
ВЕСТНИК НГАУ

(Новосибирский
государственный
аграрный
университет)

Научный журнал

№ 2 (23), часть 2
апрель – июнь 2012

Учредитель:
ФГБОУ ВПО
«Новосибирский
государственный
аграрный университет»

Выходит ежеквартально
Основан
в декабре 2005 года

Зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи и массовых
коммуникаций
ПН № ФС 77-35145

Адрес редакции:

630039, Новосибирск,

ул. Добролюбова, 160, 1-й этаж,

журнал «Вестник НГАУ»

Телефоны: 8 (383) 264-23-62;

264-25-46 (факс)

Электронная версия журнала на

сайте: www.elibrary.ru

E-mail: vestnik.nsau@mail.ru

Подписной индекс издания 99164

Тираж 320 экз.

Редакционный совет:

А. С. Денисов – д-р техн. наук, проф., председатель редакционной коллегии, гл. редактор

Г. А. Ноздрин – д-р вет. наук, проф., зам. главного редактора

А. В. Шинделов – канд. техн. наук, доц., проректор по науч. работе и междунар. связям

Члены редколлегии:

Ю. Н. Блынский – д-р техн. наук, проф., директор Инженерного института

Д. М. Воронин – д-р техн. наук, проф. кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка

С. Х. Вышегуров – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой ботаники и физиологии растений

Г. П. Гамзиков – акад. Россельхозакадемии, д-р биол. наук, проф. кафедры агрохимии и почвоведения

А. Б. Иванова – д-р вет. наук, проф. кафедры фармакологии и общей патологии

А. С. Донченко – председатель СО Россельхозакадемии, акад. Россельхозакадемии, д-р вет. наук, директор ГНУ ИЭВСиДВ,

зав. кафедрой эпизоотологии и микробиологии

К. В. Жучаев – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой ТППЭСХП, декан биолого-технологического факультета

А. Ф. Кондратов – президент университета, д-р техн. наук, проф.

В. А. Коробов – д-р биол. наук, проф., директор Сибирского НИИ защиты растений

Г. М. Крохта – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой механизации сельского хозяйства и производственного обучения

В. С. Курчеев – д-р юрид. наук, проф., зав. кафедрой административного права

С. Н. Магер – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой хирургии и внутренних незаразных болезней

И. В. Морузи – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой биологии, биоресурсов и аквакультуры

Н. Н. Наплекова – д-р биол. наук, зав. кафедрой агроэкологии и микробиологии

А. Г. Незавитин – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой экологии

В. Л. Петухов – д-р биол. наук, проф., директор НИИ ветеринарной генетики и селекции, зав. кафедрой ветеринарной генетики и биотехнологии

А. П. Пичугин – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой теоретической и прикладной физики, декан факультета государственного и муниципального управления

Ю. Г. Попов – д-р вет. наук, проф., зав. кафедрой акушерства и патологии иммунной системы

П. Н. Смирнов – д-р вет. наук, проф., зав. кафедрой физиологии и биохимии животных

В. А. Солощенко – акад. Россельхозакадемии, директор ГНУ СибНИИЖ

А. Т. Стадник – д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой менеджмента, декан экономического факультета

Р. А. Цильке – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой селекции и генетики сельскохозяйственных растений

М. В. Штерншис – д-р биол. наук, проф. кафедры энтомологии и биологической защиты растений

Технический редактор О. Н. Усова

Компьютерная верстка Т. А. Измайлова

Переводчик Г. Н. Короткова

Подписано в печать 25 июня 2012 г.

Формат 60x84 1/8. Объем 9,6 уч.-изд. л. Бумага офсетная.

Гарнитура «Times». Заказ № 636

Отпечатано в типографии издательства НГАУ

630039, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.

Тел./факс (383) 267-09-10. E-mail: vestnik.nsau@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- Дробышев А. П.* Приемы повышения эффективности использования природных ресурсов в земледелии на черноземах Алтая 7
- Коробова Л. Н., Шинделов А. В.* Состояние агроценоза яровой пшеницы при применении повышенных доз гербицидов..... 12

ЖИВОТНОВОДСТВО

- Ефанова Н. В.* Характеристика иммунокомпетентной системы (ИКС) свиноматок с разным соотношением пола плодов в пометах 17
- Журавлев В. Б.* К методике изучения численности популяций редких и исчезающих видов рыб 20
- Журавлев В. Б.* Морфоэкологическая характеристика ротана (*Percottus glenni*) пойменных водоемов верхнего течения Оби 28
- Козлов О. В., Аршевская О. В.* Зоопланктон и сапробность отдельных рыбохозяйственных озер Курганской области 32
- Козлов О. В., Аршевский С. В., Аршевская О. В.* Основы и система природопользования эколого-экономических систем малых озер Западной Сибири 37
- Морузи И. В., Пищенко Е. В., Осинцева Л. А.* Зоопланктон малых озер Краснозерского района Новосибирской области..... 42
- Незавитин А. Г., Морузи И. В., Кропачев Д. В., Пищенко Е. В., Петухов В. Л.* Экономическое состояние прудового рыбоводства в некоторых областях Западной Сибири 46
- Петухов В. Л., Миллер И. С., Короткевич О. С.* Содержание тяжелых металлов в мышцах судака (*Stizostedion lucioperca*)..... 49
- Пищенко Е. В., Морузи И. В., Осинцева Л. А., Мисейко Г. Н., Незавитин А. Г.* Трансформация органического вещества в воде прудов при выращивании рыбы в поликультуре..... 52
- Романов В. И.* Ихтиофауна России и перспективы ее рыбохозяйственного использования..... 55

ВЕТЕРИНАРИЯ

- Иванова А. Б., Сариев Б. Т., Ноздрин Г. А., Морузи И. В., Аликин Ю. С.* Перспективы применения бактериальных препаратов и пробиотиков в рыбоводстве 58
- Ноздрин Г. А., Иванова А. Б., Аликин Ю. С., Подгорный В. Ф.* Система препаратов для решения ихтиопатологических проблем в аквакультуре 62
- Аликин Ю. С., Подгорный В. Ф., Клименко В. П., Щелкунов И. С., Щелкунова Т. И.* Потенциальные противои инфекционные средства в рыбоводстве 67
- Дегтярев Е. А., Аносов Д. Е., Жбанова С. Ю., Котлярова О. С.* Возрастная динамика показателей эритро-, лейкопоза и синтеза гемоглобина у цыплят-бройлеров ОАО «Новосибирская птицефабрика» 73
- Русакова Я. Л., Магер С. Н., Храмов В. В.* Влияние стволовых клеток на иммунный ответ у мышей BALB/c, зараженных вирусом лейкоза Раушера и переносимость препаратов субалин и сильверол 75

CONTENTS

ARABLE FARMING

- Drobyshev A. P.* Techniques to increase the efficiency of natural resources in the farming on Altai chernozems..... 7
- Korobova L. N., Shindelov A. V.* Spring wheat agrocoenosis status under higher doses of herbicides..... 12

LIVESTOCK FARMING

- Efanova N. V.* Characteristic of immune competent system (ICS) of sows with different ratio of fetus sex in litters..... 17
- Zhuravlev V. B.* To the technique of study in the number of populations of rare and extinct species..... 20
- Zhuravlev V. B.* Morphoecological characteristic of *Percottus glenni* from flood plain water bodies of the upstream Ob..... 28
- Kozlov O. V., Arshevskaya O. V.* Zooplankton and saprobity of separate fishery lakes of Kurgan region 32
- Kozlov O. V., Arshevsky S. V., Arshevskaya O. V.* The system and basics of nature management of ecologic economic systems of West Siberia's small lakes 37
- Moruzi I. V., Pishchenko E. V., Osintseva L. A.* Zooplankton of small lakes in Krasnoozersky area of Novosibirsk region 42
- Nezavitin A. G., Moruzi I. V., Korpachev D. V., Pishchenko E. V., Petukhov V. L.* Economic condition of pond fishery in some regions of West Siberia 46
- Petukhov V. L., Miller I. S., Korotkevich O. S.* The content of heavy metals in pikeperch muscles (*Stizostedion lucioperca*)..... 49
- Pishchenko E. V., Moruzi I. V., Osintseva L. A., Miseiko G. N., Nezavitin A. G.* Transformation of organic matter in the water of ponds when breeding fishes as polyculture 52
- Romanov V. I.* Russia's ichthyofauna and prospects of its applying in fishery 55

VETERINARY MEDICINE

- Ivanova A. B., Sariev B. T., Nozdrin G. A., Moruzi I. V., Alikin Yu. S.* Prospects of bacterial preparations and probiotics administration in fishery..... 58
- Nozdrin G. A., Ivanova A. B., Alikin Yu. S., Podgorny V. F.* The system of preparations to solve ichthyopathologic problems in aquaculture..... 62
- Alikin Yu. S., Podgorny V. F., Klimenko V. P., Shchelkunov I. S., Shchelkunova T. I.* Potential anti-infectious remedies in fishery 67
- Degtyarev E. A., Anosov D. E., Zhanova S. Yu., Kotlyarova O. S.* Age dynamics of indexes of erythro-leukopoiesis and hemoglobin in broiler-chickens of JSC «Novosibirskaya Ptitsefabrika» (Novosibirsk poultry farm) 73
- Rusakov Y. L., Maher S. N., Khramtsov V. V.* Effect of stem cells on the immune response in mice BALB/, infected rauscher leukemia virus, and tolerability subalin and silverol..... 75

СОДЕРЖАНИЕ

МЕХАНИЗАЦИЯ

<i>Делягин В. Н., Петухов Н. А., Мурко В. И.</i> Оценка эффективности использования водоугольного топлива в системах электроснабжения сельскохозяйственных потребителей	80
<i>Докин Б. Д., Степчук С. А., Ёлкин О. В., Кондратов А. Ф.</i> Универсальная интеллектуальная система проектирования и анализа сложных структур АПК	83
<i>Иванов Н. М., Нестяк В. С., Арюпин В. В., Усольцев С. Ф.</i> Защитные сооружения для овощеводства	89
<i>Иванов Н. М., Блынский Ю. Н.</i> Технологии и техническое оснащение послеуборочной обработки зерна в Сибирском регионе	93
<i>Крохта Г. М., Иванников А. Б., Блынский Ю. Н.</i> Вторичное использование теплоты отработанных газов в стационарных дизель-электрических установках и самоходных машинах.....	99
<i>Лившиц В. М., Крашенинников С. В.</i> Диагностирование прецизионных узлов топливной аппаратуры тракторных дизелей	104
<i>Немцев А. Е., Коротких В. В., Красовских В. С.</i> Обеспечение работоспособности сельскохозяйственной техники в условиях Сибирского региона.....	108
<i>Нестяк В. С., Кондратов А. Ф., Кобяков И. Д., Союнов А. С.</i> Деформация почвы плужным дисковым ножом.....	112
<i>Петухов Н. А., Петухов В. Н., Диденко А. А.</i> Доильный аппарат, обеспечивающий физиологические требования коров.....	116
<i>Чепурин Г. Е., Кондратов А. Ф.</i> Основные факторы, сдерживающие инновационную деятельность в агроинженерном секторе науки и сельхозмашиностроение	118
<i>Чепурин Г. Е., Блынский Ю. Н.</i> Типаж зерноуборочной техники для уборки зерновых культур в Сибири.....	123

CONTENTS

MECHANIZATION

<i>Delyagin V.N., Petukhov N.A., Murko V.I.</i> Estimation of coal and water fuel efficiency in energy supply systems for agricultural consumers.....	80
<i>Dokin B. D., Stepchuk S. A., Elkin O. V., Kondratov A. F.</i> Universal intelligent system for design and analysis of AIC complex systems	83
<i>Ivanov N. M., Nestyak V.S., Aryupin V. V., Usoltsev S. F.</i> Protective facilities for vegetable production	89
<i>Ivanov N. M., Blynsky Yu. N.</i> Technologies and technical equipment for after-harvest grain treatment in Siberian region.....	93
<i>Krohta G. M., Ivannikov A. B., Blynsky Yu. N.</i> Secondary utilization of discharge gases heat by stationary electric diesel installations and self-propelled machines.....	99
<i>Livshits V.M., Krashennikov S. V.</i> Diagnosis of high-precision units in the fuel apparatus of tractor diesel	104
<i>Nemtsov A. E., Korotkih V. V., Krasovskih V.S.</i> Farm machinery operability assurance under Siberian region conditions.....	108
<i>Nestyak V.S., Kondratov A. F., Kobyak I. D., Soyunov A. S.</i> Soil deformation caused by plow disk cutter.....	112
<i>Petukhov N. A., Petukhov V. N., Didenko A. A.</i> Milking apparatus meeting physiological requirements of cows.....	116
<i>Chepurin G. E., Kondratov A. F.</i> Main factors limiting innovative activity in agroengineering sector of science and farm machinery building.....	118
<i>Chepurin G. E., Blynsky Yu. N.</i> The character of grain harvesting machinery for grain crops harvesting in Siberia	123

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Требования к статьям, предоставляемым для опубликования в журнале «Вестник НГАУ»

1. Статьи, предоставляемые в редакцию журнала, должны содержать статистически обработанные результаты научных исследований, имеющих теоретическое и практическое значение для аграрной науки и практики.
2. Публикация обязательно должна быть подписана всеми ее авторами, а также научным руководителем.
3. Размер статей, включая приложения, должен быть не менее 5 и не более 10 страниц.
4. Авторы предоставляют (одновременно):
 - два экземпляра статьи в печатном виде без рукописных вставок на одной стороне листа формата А4. Текст печатается шрифтом Times New Roman, кегль 14, интервал строк 1,5. В названии файла указываются фамилия, имя, отчество автора, полное название статьи;
 - электронный вариант – на CD, DVD-дисках в формате DOC, RTF (диск с материалами должен быть маркирован: название материала, автор, дата);
 - фото, иллюстрации;
 - аннотацию (на русском и английском языках), УДК;
 - сведения об авторе (авторах): ФИО, должность, ученое звание, степень, место работы; телефоны: рабочий, домашний, мобильный, факс; домашний адрес; e-mail;
 - таблицы, графики и рисунки предоставляются в формате Word.
5. Порядок оформления статьи: УДК; название статьи (не более 70 знаков); инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень и звание, полное название научного учреждения, в котором проведено исследование; 5-10 ключевых слов; аннотация на русском и английском языках (120-180 знаков каждая), текст статьи, библиографический список.
6. Библиографический список (не менее трех источников) оформляется в порядке цитирования с указанием в тексте ссылки с номером в квадратных скобках по ГОСТ Р 7.0.5–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. Литература дается на тех языках, на которых она издана.
7. Примерный план статьи, предоставляемой для опубликования:
 - постановка проблемы, цель, задачи исследования;
 - условия, методы исследования, описание объекта, место и время проведения исследования;
 - результаты исследования и их обсуждение;
 - выводы;
 - библиографический список.
8. Если рукопись оформлена не в соответствии с данными требованиями, то она возвращается автору для доработки. Датой сдачи статьи считается день получения редакцией ее окончательного варианта.
9. Все рукописи перед публикацией в журнале проходят рецензирование, по результатам которого редколлегия принимает решение о целесообразности их публикации в журнале. В случае отказа в публикации редакция отправляет автору мотивированное обоснование отказа.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 551.577/578, 631.582 (571.15)

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ НА ЧЕРНОЗЕМАХ АЛТАЯ

А. П. Дробышев, кандидат сельскохозяйственных наук,
профессор
Алтайский государственный аграрный университет
E-mail: torbik@asau.ru

Ключевые слова: севооборот, структура посевных площадей, энергетическая эффективность, атмосферные осадки, водный режим, водопроницаемость, паровые поля

Предложена оценка севооборотов через коэффициент энергетической эффективности и продуктивности атмосферных осадков. Включение в полевые севообороты повторных посевов зерновых культур и чистых паров значительно снижает продуктивность атмосферных осадков, а приемы интенсификации земледелия способствуют более рациональному их использованию. Частое пароование почвы без дополнительных агроприемов приводит к снижению содержания гумуса в почве.

Среди основных факторов жизни растений (свет, тепло, вода, воздух и питательные вещества) особое значение в условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения, ограничивающего величину урожая культур, является почвенная влага, основным источником которой служат атмосферные осадки.

Оптимизация водного режима в условиях засушливого земледелия представляется весьма сложной проблемой. По этой причине поиск приемов более полного и рационального использования выпадающих осадков, в том числе освоение экологически и экономически обоснованных севооборотов, приобретает особую актуальность.

Целью представляемой работы является оценка влияния системы севооборотов и удобрений на эффективность использования климатических и почвенных ресурсов в условиях недостаточного увлажнения.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили на стационаре севооборотов на опытном поле в учхозе «Пригородное»

АСХИ/АГАУ в течение 15 лет. Изучали схемы севооборотов и бессменные посеы яровой пшеницы как без основного внесения минеральных удобрений, так и на фоне NPK в дозе 50 кг д. в/га. Схемы севооборотов представлены следующими видами: 1) зернопаротравяной (пар чистый – пшеница – пшеница + многолетние травы – коострец + эспарцет 2 года – пшеница – пшеница); 2) зернопаропропашной (пар чистый – пшеница – пшеница – пшеница – кукуруза на силос – пшеница – пшеница); 3) зернотравяно-пропашной (коострец + эспарцет 2 года – пшеница – пшеница – кукуруза на силос – пшеница – пшеница); 4) зернопаровой (пар занятый горохоовсяной смесью – пшеница – пшеница); 5) зернопаровой (пар чистый – пшеница – пшеница); 6) зернопаровой (пар чистый – пшеница); 7) пшеница бессменно.

В севооборотах, состоящих из двух звеньев, расчеты выполняли при разном насыщении яровой пшеницей. Повторность опыта четырехкратная, размер делянок 10х100 м. Содержания гумуса в почве определяли по методу И. В. Тюрина. Уборку и учет урожая зерновых проводили ком-

байном «САМПО-500», кормовых культур – кормоуборочной техникой.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Характерная черта климата Западной Сибири – крайне неравномерное распределение осадков в течение года. Осадки вегетационного периода составляют около 30–50% годовых, которые аккумулируются почвой всего на 25–40%. Потери их в степной и лесостепной зонах составляют около 80–120 мм, что равноценно 0,8–1,2 т/га зерна [1].

Значительное количество влаги теряется на сток и физическое испарение [2–4]. Усвоение зимних осадков в значительной степени зависит от плотности почвы, её влажности и температуры. Явление резкого снижения водопроницаемости на уплотненных фонах в мерзлом состоянии, в связи с образованием ледяных пробок, отмечалось ещё Н. А. Качинским [5].

При повышенной влажности мерзлой почвы, способствующей формированию значительной льдистости, впитывание талых вод крайне незначительно или отсутствует совсем [6]. Даже рыхлая отвальная зябь при влажности почвы 24–32% в мерзлом состоянии не пропускает талую воду [7].

К мероприятиям, повышающим эффективность использования осадков при традиционных технологиях возделывания культур, относятся: способы и сроки основной обработки почвы, снегозадержание с помощью кулис и стерни, мульчирование поверхности почвы, посадки водорегулирующих и почвозащитных лесополос, регулирование физических, биологических и химических показателей плодородия почвы внесением органических удобрений и приемами мелиорации, уничтожение сорной растительности, использование высокоурожайных сортов и гибридов и т.д.

Однако распространенное мнение об эффективности накопления и сохранения влаги вневегетационных осадков в сухостепной зоне Алтая через основную обработку почвы, различные способы снегозадержания (в т.ч. искусственно созданные элементы, исторически чуждые ландшафту), систему предпосевной обработки почвы (кроме прикатывания) и парование несостоятельно [8].

Особое значение в эффективном использовании атмосферных осадков приобретает чередование культур в севооборотах. Исследования, проведенные на стационаре севооборотов в учхозе «Пригородное» АСХИ – АГАУ, где изучали

сравнительную эффективность семи схем полевых севооборотов в течение 15 лет, показали, что в полях, уходящих под пар в различных севооборотах, водопроницаемость в значительной степени зависит как от агрегатного состава почвы, так и от уже имеющихся запасов влаги в ней. Так, в семипольном зернопаротравяном севообороте при запасах продуктивной влаги 53,2 мм в метровом слое почвы и коэффициенте структурности в слое 0–30 см равном 2,86 за 6 ч впиталось в почву 315,0 мм воды. В двух- и трехпольных зернопаровых севооборотах при запасах 85,4–89,3 мм и коэффициенте структурности 2,23–2,35 поступило от 163,8 до 207,1 мм воды.

Осенью в конце парования за 6 ч в семипольных севооборотах при запасах продуктивной влаги 118,9–132,3 мм впиталось 106,3–107,8 мм, а в 2-польном зернопаровом севообороте поступило 61,6 мм, в 3-польном – 82,3 мм.

Применение минеральных удобрений вследствие повышения содержания органических остатков при сравнительно более высокой урожайности культур в семипольном севообороте и, как следствие, более значительной иссушенности почвы увеличило водопроницаемость в 1,5 раза. Замена чистого пара на занятый горохоовсяной смесью способствовала росту этого показателя в 3 раза. Коэффициент парной корреляции, выражающий зависимость поглощения осадков от начальных запасов влаги в почве, для слоя 0–50 см составил $0,962 \pm 0,032$, для слоя 0–100 см – $0,819 \pm 0,146$.

В течение парования за летний период динамика запасов влаги в значительной степени определяется начальными запасами и количеством осадков за этот период. Там, где весной выше запасы влаги, происходит и более высокий расход её на испарение с поверхности почвы, особенно из верхнего слоя 0–50 см.

Потери влаги в парах в условиях Алтайского края выявлены С.И. Долговым с соавторами [9], позднее подтверждены работами Г.И. Васильченко [10] и Г.В. Журавлевой [11]. Авторы отмечают высокие потери почвенной влаги в паровых полях в теплое время, особенно в засушливые годы. В исследованиях Г.В. Журавлевой за 6 лет расход влаги в парующейся почве на черноземах Алтайского Приобья составил 232 мм. Аналогичная закономерность отмечена А.И. Новиковой [12] и на стационаре севооборотов на опытном поле Алтайского ГАУ [13].

В условиях Приобья Алтая с традиционной технологией в земледелии в слое 0–100 см почвы

ко времени посева яровой пшеницы после многолетних трав накапливается 55–60%, после занятого пара – 70–80, а кукурузы – 80–85% от запасов по чистому пару (130–137 мм доступной влаги с колебаниями от 170 мм в благоприятные по увлажнению годы до 100–120 мм – в засушливые).

Создание мульчирующего слоя на поверхности почвы из органических остатков и сокращение периода времени с отсутствием на полях растительности могут служить дополнительными приемами рационального использования атмосферных осадков. Наличие чистого пара в севообороте снижает этот показатель. Период времени от уборки предшествующей чистому пару культуры до посева яровой пшеницы после него составляет около 20 месяцев, до посева по многолетним травам почти 10 месяцев, по занятому пару – 9, по другим непаровым предшественникам – не более 8. За период от уборки непаровых предшественников до посева яровых культур в Приобской зоне Алтая за период октябрь–середина мая выпадает в среднем 260 мм осадков, а за время от уборки предшествующей парованию культуры до посева яровых по чистому пару – 739 мм.

С учетом выпадающих осадков за период вегетации яровой пшеницы (202 мм) можно рассчитать эффективность их использования на создание единицы урожая, так как коэффициент водопотребления, обычно используемый в земледелии, не отражает характер поступления и расхода влаги в почву в период от уборки предшествующей культуры до посева яровых культур.

Предлагаемая методика расчетов показывает, что на формирование 1 т зерна яровой пшеницы по чистому пару, в том числе на испарение при паровании, расходуется 521 мм осадков, по занятому пару и непаровым предшественникам от 357 до 386 мм.

Дополнительное внесение минеральных удобрений под яровую пшеницу в дозе 50 кг д. в. НРК уменьшило расход влаги осадков на 69 мм на тонну зерна по чистому пару и на 104 мм при посеве по непаровым предшественникам.

Эффективность использования атмосферных осадков можно оценить через энергетическую оценку, если учесть количество накопленной энергии урожаем культур, звена или севооборота в целом и суммой выпавших осадков за соответствующий период. Такие расчеты показали, что 1 мм осадков при посеве горохоовсяной смеси обеспечивает накопление энергии в урожае в количестве 56 МДж, кукурузы на силос – 160, а кукурузы на

фоне удобрений – 212 МДж. Эффективность осадков в посевах яровой пшеницы первой культурой по чистому пару составляет 32, по кукурузе – 53, по остальным предшественникам 43–45 МДж/мм осадков.

Применение удобрений увеличивает выход энергии по чистому пару на 4, по непаровым предшественникам – на 12–13 МДж/мм осадков.

Во всех вариантах севооборотов при увеличении нагрузки на основные предшественники яровой пшеницы в повторных её посевах возрастает расход влаги осадков на создание продукции в кормовых единицах. Снижается коэффициент энергетической эффективности производства в целом по севооборотам и энергетическая продуктивность атмосферных осадков как отношение накопленной энергии в продукции к количеству осадков за сельскохозяйственный год (таблица).

Включение в севообороты чистых паров приводит к существенному снижению показателей эффективности и продуктивности осадков до уровня бессменных посевов яровой пшеницы. Замена чистого пара на занятый значительно повышает эти показатели.

Приемы интенсификации, в данном случае применение удобрений, обеспечивают наиболее существенные прибавки по выходу продукции и способствуют эффективному использованию одного из главных природных ресурсов – атмосферных осадков.

На черноземах Приобской зоны содержание гумуса в семипольных зернопаротравяном и зернопаропропашном севооборотах за две ротации снизилось к первоначальному уровню на 0,19%, в зернопаровых – с 33% чистого пара на 0,52 и с 50% пара – на 0,70%.

В восточных районах края на черноземах предгорных равнин происходили процессы подкисления почв. Так, в колхозе им. Шумакова Змеиногорского района по результатам агрохимических обследований в 1969 г. слабокислые почвы при рН сол. 5,1–5,5 составляли 6,7%, в 1984 г. – 25,9, а в 1996 г. – 32,75%, с показателем рН 5,6–6,0 соответственно 30,4; 43,7 и 45,2%. Значительно уменьшились площади пашни с нейтральной реакцией почвенного раствора: в 1996 г. – 59,0%, в 1984 г. – 22,3, в 1996 г. – 18,8. Аналогичная закономерность отмечалась и по содержанию гумуса. Площадь пашни с его содержанием менее 5,0% увеличилась с 506 га в 1969 г. до 1188 га к 1984 г. и до 1949 га к 1996 г. С содержанием гумуса выше 3,1%: в 1969 г. – 52,8% от площади пашни,

Продуктивность атмосферных осадков в полевых севооборотах

Севооборот	Зерновые, %	Получено про- дукции, к. ед., т/га	Сумма нако- пленной энер- гии, МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности	Расход осадков на 1 т к. ед., мм	Энергетическая продуктивность осадков, МДж/ мм
1. Зернопаротравяной	57,1	1,43	23375	3,24	335	48,8
2. Зернопаротравяной	50,0	1,48	23669	3,65	324	49,4
3. Зернопаропропашной	71,4	1,65	27670	2,86	290	57,8
4. Зернопаропропашной	60,0	1,83	30424	3,49	262	63,5
5. Зернопаропропашной на фоне NPK	71,4	2,14	35045	3,02	224	73,2
6. Зернопаропропашной на фоне NPK	60,0	2,29	37880	3,62	209	79,1
7. Зернотравяно-пропашной	57,1	1,69	32733	4,10	283	68,3
8. Зернотравяно-пропашной	40,0	1,79	36721	5,71	268	76,7
9. Зернопаровой с занятым паром	66,7	1,65	28046	2,78	290	58,6
10. Зернопаровой с занятым паром	50,0	1,75	30964	3,55	274	64,6
11. Зернопаровой	66,7	1,40	18186	2,16	342	38,0
12. Зернопаровой	50,0	1,24	15917	2,54	386	33,2
13. Пшеница бессменно	100,0	1,25	17980	1,53	383	37,5
14. Пшеница бессменно на фоне NPK	100,0	1,68	22763	1,64	285	47,5

в 1984 г.– 43,1 и 1996 г.– 33,3 [14]. На это снижение повлиял комплекс факторов, в том числе повышенная минерализация органического вещества при глубоком ежегодном рыхлении почвы, отсутствие почвоводоохранных севооборотов, эрозионные процессы.

Сложившиеся за последние десятилетия социально-экономические отношения требуют пересмотра и корректировки систем земледелия с учетом природных и экономических факторов, наличия трудовых ресурсов в конкретных почвенно-климатических условиях. Одним из направлений совершенствования систем земледелия являются разработка и освоение энергоресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур на основе севооборотов плодосменного вида, дифференцированного подхода к системе обработки почвы, защиты растений от вредных организмов и других звеньев систем земледелия.

ВЫВОДЫ

1. Эффективность использования атмосферных осадков в значительной мере зависит от структуры посевных площадей севооборота и применения удобрения.
2. Замена чистого пара на занятый, исключение повторных посевов зерновых культур, в первую очередь яровой пшеницы, применение средств интенсификации и биологизации, оптимизация других звеньев систем земледелия в условиях Алтая обеспечивают не только повышение продуктивности пашни, но и энергетическую эффективность использования атмосферных осадков и производства растениеводческой продукции, а также сохранение почвенного плодородия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Панфилов В. П.* Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи / В. П. Панфилов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973. – 258 с.
2. *Денисов П. С.* Роль снега в увлажнении полей на целинных и залежных землях // Земледелие. – 1961. – № 1. – С. 12–13.
3. *Беспамятный В. И.* Роль зимних осадков в формировании урожая пшеницы // Сб. науч. тр. СибНИИСХ. – 1973. – Т.2 (20). – С. 26–28.
4. *Черепанов М. Е.* Снегозадержание в почвозащитном земледелии Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 160 с.
5. *Качинский Н. А.* О структуре почвы, некоторых водных её свойствах и дифференциальной порозности // Почвоведение. – 1947. – № 6. – С. 336–348.

6. Сурмач Г. П. Об условиях, определяющих поглощение почвой талых вод // Земледелие.– 1955.– № 1.– С. 8–12.
7. Ларин П. А. Водопроницаемость мерзлых почв при различных приемах обработки // Почвоведение.– 1961.– № 11.– С. 88–92.
8. Гнатовский В. М. Некоторые пути адаптации земледелия сухостепной зоны Алтайского края к климату и почвам // Вестник АГАУ.– Барнаул, 2010.– С. 5–9.
9. Долгов С. И. Особенности проявления засушливости в степных районах Алтайского края и система мероприятий по её преодолению / С. И. Долгов, А. А. Житкова, В. И. Волоцкая, Б. В. Личманов // Доклад на сессии ВАСХНИЛ в г. Саратове в 1958 г., МСХ СССР. – М., 1958.– 10 с.
10. Васильченко Г. И. Влагодобеспеченность яровой пшеницы по различным предшественникам в колочной степи Алтайского края // Актуальные вопросы земледелия и применения удобрений в Алтайском крае: сб. науч. тр.– Барнаул: Изд-во АСХИ, 1977.– С. 3–13.
11. Журавлева Г. В. Агрофизическая характеристика несмытых и смытых черноземов Алтайского Приобья и их улучшение: автореф. дис. ... канд. биол. наук.– Новосибирск, 1977.– 24 с.
12. Новикова А. И. Режим влажности почвы под основными предшественниками яровой пшеницы // Рациональное использование и увеличение растительных ресурсов в Восточной Сибири.– Иркутск, 1978.– С. 92–98.
13. Дробышев А. П. Эффективность использования атмосферных осадков в зависимости от чередования культур в севообороте на юге Западной Сибири // Вестник АГАУ.– 2010.– № 3 (65).– С. 28–31.
14. Иунин В. П., Дробышев А. П. Особенности систем земледелия в предгорной зоне Алтая // Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве и растениеводстве: Междунар. науч.-практ. конф.– Барнаул, 2003.– Ч. 3.– С. 60–62.

TECHNIQUES TO INCREASE THE EFFICIENCY OF NATURAL RESOURCES IN THE FARMING ON ALTAI CHERNOZEMS

A. P. Drobyshev

Key words: crop rotation, cultivation areas structure, energy efficiency, atmospheric falls, water regimen, water permeability, fallows

The paper proposes the estimation of crop rotations through the coefficient of energy efficiency and atmospheric falls productivity. Secondary sowings of grain crops and fallows included in crop rotations largely decrease the productivity of atmospheric falls, but the techniques intensifying farming facilitate their more rational utilization. Frequent soil fallowing without additional cultural practices results in the decrease of humus content in the soil.

УДК 631.95: 632.9: 633.1

СОСТОЯНИЕ АГРОЦЕНОЗА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПОВЫШЕННЫХ ДОЗ ГЕРБИЦИДОВ

Л. Н. Коробова, доктор биологических наук
А. В. Шинделов, кандидат технических наук
Новосибирский государственный аграрный университет
E-mail: lkorobova@mail.ru

Ключевые слова: яровая пшеница, гербициды, гербицидный стресс, возбудитель обыкновенной корневой гнили, почвенные микроорганизмы

Показано, что повышенные дозы гербицидов ухудшают состояние яровой пшеницы сорта Новосибирская 29, меняя проницаемость клеточных мембран и снижая ее урожайность. В почве в ответ на гербицидный стресс накапливаются токсикогенные грибы, олиготрофные микроорганизмы и падает способность к самоочищению от возбудителя обыкновенной корневой гнили.

В Западной Сибири в условиях значительной засоренности посевов применение гербицидов становится обязательным технологическим приемом. При этом химическая прополка является резервом повышения продуктивности посевов при условии соблюдения рекомендаций производителей, касающихся норм, сроков и условий применения препаратов.

Современные действующие вещества гербицидов, как правило, обладают уникальной биологической активностью в отношении большинства объектов, составляющих биосферу в целом [1], поэтому их вполне можно отнести к активным стрессорам. У культурных растений проявление гербицидного стресса может сопровождаться замедлением метаболических процессов, изменениями в обмене веществ и дополнительными затратами энергии на преодоление негативных факторов внешней среды в ущерб формированию урожая.

Следует сказать, что негативное влияние пестицидов проявляется в системе растение – почва, что приводит к нежелательным перестройкам в ее микробном сообществе [2]. Поэтому требуется тщательное изучение не только положительных свойств препаратов целевого назначения, но и прогнозируемого негативного воздействия остатков гербицидов на окружающую среду, что особенно важно при нарушении регламента их применения.

Цель данных исследований – изучить отклик агроценоза яровой пшеницы на применение гербицидов в дозах, рекомендованных производителями и завышенных в 2 и 3 раза. Такая ситуация складывается в производстве при намеренном завышении дозы препаратов и их двойном наложении на посев при проходах опрыскивателя.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования провели в 2011–2012 гг. в северной лесостепи Приобья в полевом опыте. В 2011 г. (тёплом и недостаточно увлажнённом) высевали сорт яровой пшеницы Новосибирская 29. Срок посева – 18 мая, норма высева семян 5 млн / га. Предшественник – пшеница по пшенице. Размер делянок 230 м², повторность трехкратная, размещение рендомизированное. Почва – чернозем выщелоченный среднесплодный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 4,47% и pH 7,6.

В опыте применяли баковую смесь гербицидов дианата (дикамба, ВР, д.в. диметиламинная соль) и гренча (СП, д.в. метсульфурон-метил), подавляющих двудольные сорняки. Изучали диапазон толерантности к гербицидам почвенной микрофлоры и яровой пшеницы, моделируя силу пестицидного стресса наложением на посев в фазу кущения рекомендованной дозы препаратов (0,15 г/га дианата + 10 г/га гренча), двойной и тройной дозы препаратов. Контролем служил вариант без применения гербицидов.

Состояние яровой пшеницы оценивали по биофизическому показателю состояния клеток листьев [3] (анализы выполнены на базе СибФТИ Россельхозакадемии на кондуктометре КЛ-С-1), а также по биомассе и урожайности. Состояние микробного ценоза в почве оценивали по численности микроорганизмов, выделяющихся на богатых питательных средах и средах, обедненных азотом и углеродом [4, 5]. Учеты проводили через 1 и 2 месяца после химической прополки, отбирая образцы из слоя почвы 0–20 см. На следующий год весной методом флотации [6] проанализиро-

вали в том же слое почвы состояние популяции возбудителя обыкновенной корневой гнили.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Первичным неспецифическим ответом на стресс у растений является изменение проницаемости клеточных мембран [7]. В опыте этот показатель у листьев яровой пшеницы изменялся в строгом соответствии с интенсивностью изучаемого стрессового фактора (рис. 1). Чем выше была норма гербицидной нагрузки, тем сильнее нарушался поток электролитов через мембраны

клеток листовой ткани, что позволило отнести сорт яровой пшеницы Новосибирская 29 к достаточно чувствительным к изучаемым гербицидам.

Это подтверждает и такой интегральный показатель физиологического состояния посева, как надземная биомасса, которая в вариантах с разной по силе гербицидной нагрузкой изменялась подобно биофизическому состоянию растений (рис. 2). При однократной дозе гербицидов биомасса культуры снизилась относительно контроля за первую неделю после обработки на 10,2%, при превышении дозы в 2 раза на 14%, при нарушении рекомендаций производителя в 3 раза – на 17,3%.

Удельная электропроводность клеточных мембран

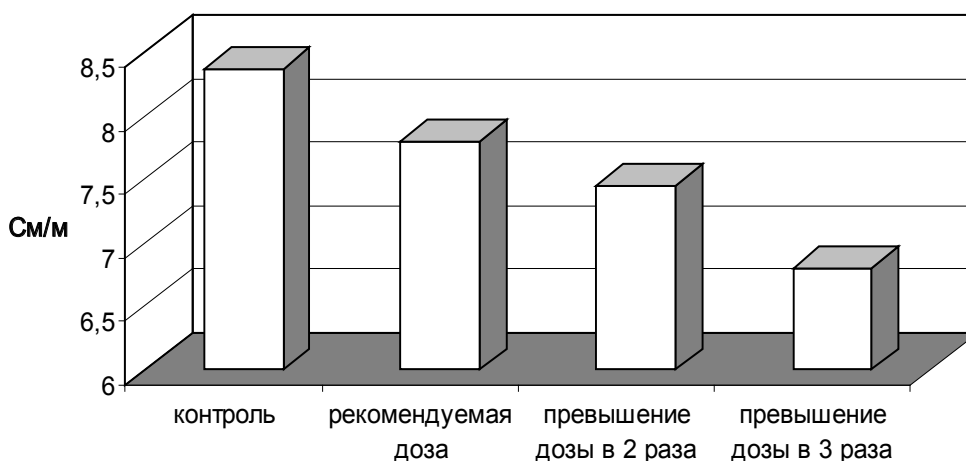


Рис. 1. Биофизическое состояние растений яровой пшеницы, испытывающих разный по силе гербицидный стресс (22.06.2011, через неделю после химпрополки)

Биомасса яровой пшеницы

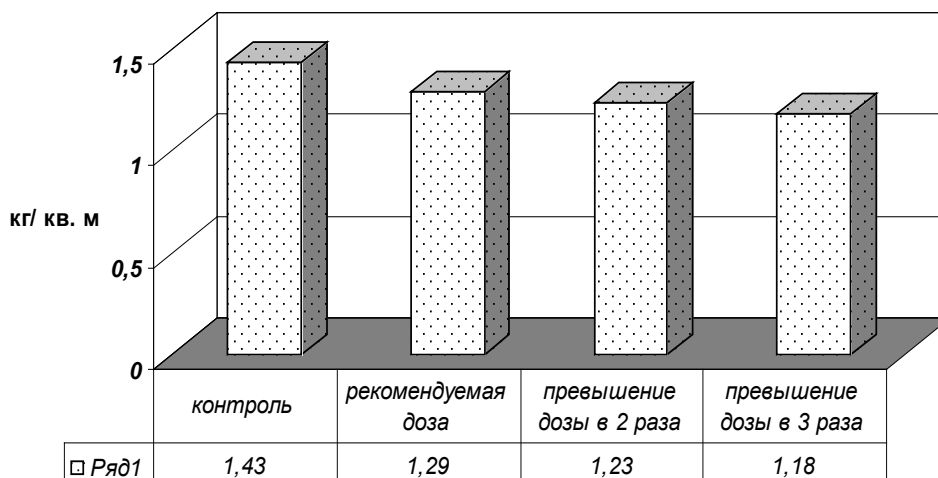


Рис. 2. Изменение биомассы яровой пшеницы в зависимости от силы гербицидной нагрузки (22.06.2011, через неделю после химпрополки)

Таблица 1

Влияние повышенных доз гербицидов на урожайность яровой пшеницы Новосибирская 29 и элементы структуры урожая

Вариант	Средняя высота снопа, см	Продуктивная кустистость	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность зерна, ц/га
Контроль, без гербицидов	68,2	0,92	13,78	33,9	14,6
Рекомендуемая доза	65,3	1,07	13,5	32,2	15,5
Превышение дозы в 2 раза	59,5	0,87	11,80	32,0	11,4
Превышение дозы в 3 раза	58,8	0,89	12,53	31,5	11,2
	$HCP_{10}=4,5$	$HCP_{10}=0,05$	$HCP_{05}=1,68$	$HCP_{05}=1,5$	$HCP_{05}=2,16$

Таблица 2

Влияние повышенной гербицидной нагрузки на численность почвенных грибов через месяц после применения, КОЕ, тыс/г сухой почвы

Показатель	Контроль, без гербицидов	Рекомендуемая доза препаратов	Превышение дозы в 2 раза	Превышение дозы в 3 раза
Всего	6,3	5,3	13,0*	34,0*
<i>Fusarium</i>	0,6	0,6	1,6	4,3*
<i>Penicillium</i>	4,3	4,0	11,3	25,3*
Из них токсикогенные <i>P. rubrum</i> + <i>P. purpurogenum</i>	0	0,6	2,3	20,7*

$P_{0,05}$ по сравнению с контролем.

Ухудшение физиологического состояния пшеницы, испытавшей в середине июня гербицидный стресс, оказалось пролонгированным и сохранилось до момента формирования сортом зерновой продуктивности. В конечном итоге превышение допустимой нагрузки гербицида на сорт Новосибирская 29 сказалось на высоте посева и таких элементах структуры урожая, как продуктивная кустистость, озерненность колоса, выполненность зерна, что снизило урожайность зерна пшеницы в условиях 2011 г. на 21,9–23,3% (табл. 1).

В микрофлоре почвы применение повышенных доз дианата и гренча привело к развитию видов грибов, образующих токсические метаболиты: *Penicillium rubrum*, *P. purpurogenum*, *P. funiculosum*, *Fusarium oxysporum* и др. (табл. 2). Токсины данных грибов негативно влияют на микроорганизмы почвы и через почву угнетающе действуют на растения [8], снижая фотосинтетическую активность и нарушая обменные процессы, что для сельскохозяйственных культур связано с падением урожайности.

Почва в вариантах с нарушенным регламентом химической обработки отличалась от контроля активным развитием олигонитрофильных микроорганизмов, довольствующихся небольшим количеством доступного азота, а также олигокарбофилов, участвующих в разложении перегнойных и гумусовых веществ. При этом отношение численности этих микроорганизмов к типичным

почвенным аммонифицирующим бактериям (коэффициент олиготрофности) в контроле составило 8,6, а далее последовательно и существенно возрастало от 16,9 в варианте с рекомендованной дозой гербицидов до 55,3 с превышением дозы в 2 раза и до 110,1 в почве с трехкратной нагрузкой препаратов.

В почве с гербицидами нарушилось микробиологическое превращение азотсодержащих соединений, о чем свидетельствует коэффициент трансформации органического вещества $\Pi_m = (M_{ПА} + K_{АА}) \times (M_{ПА} / K_{АА})$ [9]. Значения Π_m доказывают, что в контроле растительные остатки способны быстрее трансформироваться в органическое вещество почвы (рис. 3). Здесь преобразование органического вещества идет в 3,8 раза лучше, чем в варианте с регламентированным применением гербицидов, и в 10,2 раза лучше, чем в случае трехкратного превышения нормы гербицидной нагрузки.

Кроме нарушений в превращениях азотсодержащих соединений гербициды привели к снижению антагонистической активности чернозема по отношению к возбудителю обыкновенной корневой гнили злаков. Благодаря присутствию меланина в клеточной стенке его споры способны сохраняться в почвах десятки лет. В отсутствие растения-хозяина прорастающая спора подвергается атаке почвенных антагонистов, благодаря чему почва самоочищается от фитопатогенов. В опыте

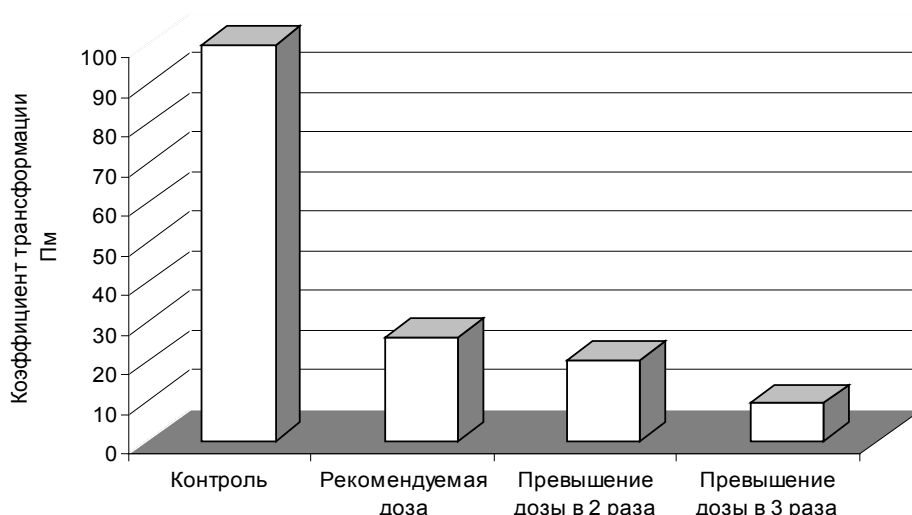


Рис. 3. Интенсивность процесса трансформации органических соединений в почве при применении повышенных доз гербицидов

установлено, что к весне следующего года в почве контрольного варианта популяция фитопатогена деградировала на 73,1%, в то время как на фоне регламентированных доз дианата и гренча на 66,6%, а на фоне превышенных в 2 раза доз лишь на 56,3%.

Таким образом, воздействие повышенных гербицидных нагрузок ухудшило состояние как самого посева яровой пшеницы, так и микробного сообщества почвы, вызвав в нем пролонгированное изменение скорости микробиологических превращений азотсодержащих соединений и выраженное доминирование численности токсикогенных видов грибов. Эти различия в вариантах с гербицидной нагрузкой сохранились в почве до осени.

ВЫВОДЫ

1. Превышение в 2 и 3 раза доз дианата и гренча ухудшает физиологическое состояние яро-

вой пшеницы сорта Новосибирская 29, меняя состояние ее клеток и снижая биомассу растений. В итоге в условиях 2011 г. повышенные дозы гербицидов снизили в посевах Новосибирской 29 озерненность колоса и выполненность зерна и привели к недобору 21,9–23,3% урожая.

2. В микробном сообществе выщелоченного чернозема, испытывавшем гербицидный стресс, отмечается накопление олиготрофных организмов, в том числе разлагающих гумусовые вещества, и нарушение процесса трансформации растительных остатков в органическое вещество почвы.
3. В результате превышения нормы гербицидной нагрузки общее экологическое состояние почвы ухудшается, что выражается в накоплении токсикогенных видов грибов и снижении активности самоочищения почвы от возбудителя обыкновенной корневой гнили.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Спиридонов Ю. Я., Жемчужин С. П. Современные проблемы изучения гербицидов (2006–2008 гг.): обзор // *Агрохимия*.– 2010.– № 7.– С. 73–91.
2. Коробова Л. Н., Танатова А. В. Реакция почвенной микрофлоры на длительное применение разных по уровню интенсификации технологий растениеводства // *Сиб. вестн. с.-х. науки*.– 2010.– № 2.– С. 17–21.
3. Оценка стрессоустойчивости сортов зерновых культур кондуктометрическим методом / Л. Н. Коробова, Т. А. Гурова, Е. А. Голощапова и др.: науч.-метод. рекомендации; Россельхозакадемия. СибФТИ.– Новосибирск, 2010.– 48 с.
4. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии.– М.: Колос, 1983.– 295 с.
5. Теплер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии.– М.: Колос, 1994.– 256 с.
6. Ledingham R. J., Chinn S. H. F. A flotation method for obtaining spores of *Helminthosporium sativum* from soil. // *Canad. J. Bot.*– 1955.– Vol. 33, N 4.– P. 298–303.

7. *Физиолого-биохимические* и биофизические методы диагностики степени устойчивости растений к патогенам и другим факторам: метод. рекомендации.– М.: МГУ, 1992.– 95 с.
8. *Мирчинк Т.Г.* Почвенная микология.– М.: Изд-во МГУ, 1988.– 220 с.
9. *Муха В.Д.* О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов // Сб. науч. тр. Харьков. СХИ.– Харьков, 1980.– Т. 273.– С. 13–16.

SPRING WHEAT AGROCENOSIS STATUS UNDER HIGHER DOSES OF HERBICIDES

L. N. Korobova, A. V. Shindelov

Key words: spring wheat, herbicides, herbicide stress, root rot causative agent, soil microorganisms

It is shown that increased doses of herbicides aggravate the status of spring wheat variety Novosibirskaya 29, they change cell membranes permeability and decrease this variety productivity. Toxicogenic fungi, oligotrophic microorganisms accumulate in the soil as a response to the herbicide stress, the ability to self-purification from the root rot causative agent falling.

ЖИВОТНОВОДСТВО

УДК 636.4:612

ХАРАКТЕРИСТИКА ИММУНОКОМПЕТЕНТНОЙ СИСТЕМЫ (ИКС) СВИНОМАТОК С РАЗНЫМ СООТНОШЕНИЕМ ПОЛА ПЛОДОВ В ПОМЕТАХ

Н. В. Ефанова, кандидат биологических наук
Новосибирский государственный аграрный университет
E-mail: ngaufiziologi@mail.ru

Ключевые слова: иммунная система, свиноматки, поросята, свиньи, Т-лимфоциты, В-лимфоциты, иммуноглобулины, помет

Основные отличия в показателях иммунокомпетентной системы свиноматок, имеющих в своих пометах разное количество хрячков и свинок, были обнаружены с 85 суток супоросности. Матки, в чьих пометах находилось не менее 70% свинок, отличались от свиноматок, вынашивающих большее количество хрячков, чем свинок, или имеющих равное представительство полов в пометах, низким уровнем активности Т-, В-клеточных звеньев иммунной системы и синтеза IgG.

Анализ состояния иммунной системы супоросных свиноматок выявил широкий диапазон показателей в пределах одного признака даже в группе аналогов [1–3]. Результат влияния большинства экстерьерных и интерьерных факторов на иммунную систему супоросных свинок до сих пор еще не изучен. В этой связи мы поставили перед собой задачу – изучить роль пола потомства в формировании иммунного статуса матерей в период беременности.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в учхозе «Тулинский» Новосибирского ГАУ в осенне-зимний период. В опыте участвовали супоросные свиноматки породы СМ-1 новосибирской селекции, имеющие вторую беременность. Мониторинг иммунокомпетентной системы свинок осуществляли на 25, 55, 85 и 106-й дни супоросности. По итогам родов свиноматок делили на три группы по 15 голов в каждой.

Первую группу формировали из свинок, в пометах которых находилось не менее 70% хрячков. В пометах маток второй группы содержалось не менее 70% свинок. В пометах маток третьей группы представительство обоих полов было равным.

Пробы крови для иммунологических исследований у свинок отбирали из краниальной по-

лой вены. Идентификацию общих Т-лимфоцитов (тЕ-РОК), Т-индукторов-хелперов (рЕ-РОК), Т-киллеров-супрессоров (вЕ-РОК), активированных Т-лимфоцитов (бЕ-РОК), тимических (сЕ-РОК) и ранних посттимических (аЕ-РОК) Т-лимфоцитов проводили методом спонтанного розеткообразования, используя эритроциты барана и разные режимы инкубации [4, 5]. Маркерами для В-лимфоцитов служили эритроциты мыши [6]. Концентрацию иммуноглобулинов М и G определяли методом простой радиальной иммунодиффузии [7]. Количество лейкоцитов и лимфоцитов подсчитывали общепринятыми в гематологии методами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На 25-е сутки беременности свиноматки, вынашивающие большее количество свинок, демонстрировали самый низкий уровень лимфопоэза и отставали по количеству лимфоцитов от маток 1-й группы на 7,34%, от 3-й – на 6,55% ($P < 0,001$). Аналогичная ситуация сохранилась и на 55-е сутки беременности. Однако отставание поросят 2-й группы от 1-й по содержанию лимфоцитов крови увеличилось до 9,67%, а отставание поросят 2-й группы от 3-й возросло до 7,25% ($P < 0,001$).

Характеристика ИКС свиноматок с разным соотношением пола плодов

Показатели	Сроки супоросности, сутки														
	25			55			85			100			106		
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
Лейкоциты, $\times 10^9$	18,00 ±1,36	16,92 ±1,43	18,31 ±1,52	17,80 ±0,62	18,71 ±0,76	18,90 ±0,68	15,40 ±0,75	16,81 ±0,65	15,90 ±0,72	14,20 ±1,21	15,00 ±0,42	16,20 ±1,72	13,70 ±1,36	10,25 ±2,41	12,90 ±1,47
Лимфоциты, %	83,10 ±0,39	77,00 ±0,52	82,40 ±0,37	83,70 ±1,00	75,40 ±0,74	81,30 ±0,85	79,50 ±1,05	75,40 ±0,95	77,30 ±1,13	59,30 ±0,70	50,00 ±0,65	57,90 ±0,89	68,00 ±1,34	61,50 ±1,03	70,00 ±1,25
тЕ-РОК, %	72,20 ±1,63	74,00 ±0,72	73,50 ±1,83	80,30 ±2,94	76,60 ±1,97	78,50 ±1,26	68,60 ±1,11	60,90 ±2,48	65,00 ±2,78	39,50 ±1,62	28,30 ±1,19	36,50 ±1,17	39,50 ±1,43	35,20 ±1,13	38,70 ±1,72
рЕ-РОК, %	29,60 ±0,51	27,84 ±1,62	30,91 ±1,97	33,20 ±2,08	30,40 ±1,24	29,60 ±1,12	24,20 ±1,77	26,20 ±1,60	23,60 ±2,31	18,70 ±1,10	11,40 ±0,91	20,30 ±1,20	9,20 ±1,53	10,10 ±1,44	11,00 ±0,55
вЕ-РОК, %	38,80 ±0,83	37,80 ±0,68	39,20 ±0,94	37,60 ±0,74	39,80 ±0,62	38,70 ±0,82	32,80 ±1,22	29,20 ±1,06	31,60 ±2,83	16,30 ±0,71	9,50 ±0,96	15,80 ±0,95	22,90 ±1,00	17,10 ±0,76	21,36 ±0,94
бЕ-РОК, %	15,42 ±1,54	18,42 ±0,96	16,70 ±0,86	15,80 ±0,76	14,40 ±0,70	15,00 ±0,49	11,20 ±1,81	13,95 ±1,08	12,70 ±1,20	15,70 ±1,20	10,80 ±0,70	13,40 ±1,05	13,20 ±0,40	9,20 ±0,53	12,70 ±0,42
аЕ-РОК, %	3,90 ±0,84	3,50 ±0,82	3,70 ±0,71	3,50 ±0,29	4,00 ±0,37	3,60 ±0,31	2,90 ±0,60	1,68 ±0,72	2,76 ±0,44	2,10 ±0,42	1,70 ±0,36	1,90 ±0,31	4,70 ±0,40	3,00 ±0,25	5,20 ±0,43
сЕ-РОК, %	2,00 ±0,25	1,80 ±0,79	1,70 ±0,34	3,90 ±0,67	2,77 ±0,72	3,40 ±0,75	3,50 ±0,32	1,80 ±0,27	2,70 ±0,34	1,20 ±0,22	1,60 ±0,28	1,20 ±0,35	3,90 ±0,21	2,10 ±0,19	3,60 ±0,25
ЕМ-РОК, %	4,80 ±0,98	4,20 ±0,55	4,70 ±0,51	5,80 ±0,52	6,51 ±0,36	5,70 ±0,41	5,00 ±0,81	5,40 ±0,63	5,70 ±0,72	10,70 ±0,79	6,40 ±0,64	9,90 ±0,55	12,90 ±0,43	10,80 ±1,41	13,80 ±1,92
IgM, г/л	2,31 ±0,08	2,27 ±0,17	2,27 ±0,10	2,45 ±0,08	2,53 ±0,09	2,50 ±0,08	2,83 ±0,19	2,69 ±0,20	2,78 ±0,17	3,10 ±0,16	3,00 ±0,22	3,11 ±0,27	2,82 ±0,06	2,32 ±0,09	2,60 ±0,14
IgG, г/л	9,50 ±1,44	10,12 ±0,67	10,24 ±0,63	11,79 ±0,66	10,34 ±0,52	12,30 ±0,78	14,21 ±0,61	11,30 ±0,55	15,20 ±0,63	18,52 ±0,71	12,82 ±0,52	16,61 0,74	18,45 ±0,49	13,71 ±0,28	17,30 ±0,30

На 85-е сутки супоросности матки, вынашивающие большее количество свинок, имели самые низкие показатели иммунного статуса. Свиноматки, в помётах которых хрячков было больше, чем свинок, отличались наиболее активным состоянием иммунокомпетентной системы. В этот период беременности матки 1-й группы сохранили высокую интенсивность лимфопоэза и продолжали опережать маток 2-й группы по уровню лимфоцитов на 5% ($P < 0,01$). При этом дифференцировка лимфоцитов в 1-й группе свиней была направлена в сторону преимущественного образования Т-клеток. Благодаря этому матки 1-й группы превосходили свиной 2-й группы по общему количеству Т-лимфоцитов на 11,2% ($P < 0,01$), а по содержанию малодифференцированных тимических Т-лимфоцитов – на 48,6% ($P < 0,001$). По интенсивности синтеза IgG 2-я группа маток уступала маткам не только 1-й, но и 3-й группы. Разница в концентрации IgG между этими группами составила соответственно 20,5% ($P < 0,01$) и 25,65 ($P < 0,001$).

На 100-е и 106-е сутки супоросности ситуация не изменилась. Матки 2-й группы по-прежнему демонстрировали самый низкий уровень лимфопоэза, антителогенеза и образования Т-, В-лимфоцитов.

В результате на 100-е сутки беременности свиной 2-й группы уступали 1-й группе по содержанию в крови лимфоцитов на 15,7%, по уровню Т-лимфоцитов – на 28,5%, а по концентрации В-лимфоцитов – на 40,2 ($P < 0,001$). Количество активных Т-лимфоцитов во 2-й группе было ниже, чем в 1-й, на 31,2% ($P < 0,01$). По уровню функционально зрелых Т-индукторов-хелперов матки 2-й группы уступали 1-й на 39%, по содержанию Т-киллеров-супрессоров – на 41,7%, а по интенсивности синтеза IgG – на 44,4% ($P < 0,001$). Отставание маток 2-й группы от 3-й по тем же самым показателям составило соответственно 12,6; 22,5; 45,5 ($P < 0,001$); 19,4 ($P < 0,05$); 43,8; 39,9 и 22,8% ($P < 0,001$).

На 106-е сутки супоросности уровень лимфоцитов у маток 2-й группы оставался ниже аналогичного показателя 1-й группы на 9,6% ($P < 0,001$) и ниже того же показателя 3-й группы на 12,14% ($P < 0,001$). Активность образования малодифференцированных тимических, ранних посттимических Т-лимфоцитов и Т-киллеров-супрессоров во 2-й группе была ниже, чем в 1-й, соответственно на 46,1; 36,1 и 25,3% ($P < 0,001$), и ниже, чем в 3-й, соответственно на 41,6; 42,3 и 19,94% ($P < 0,001$).

По количеству активированных Т-лимфоцитов свиноматки 2-й группы отставали от 1-й на

30,3% ($P < 0,001$), а от 3-й – на 27,55% ($P < 0,001$). Интенсивность синтеза IgG у маток 2-й группы была ниже, чем у 1-й, на 25,7%, и ниже, чем у 3-й, на 20,75% ($P < 0,001$).

ВЫВОДЫ

1. В первые 2 месяца супоросности свиноматки с большим представительством свинок в помётах демонстрировали наиболее низкий уровень лимфопоэза.

2. Основные отличия в показателях иммунокомпетентной системы свиноматок, имеющих в своих помётах разное количество хрячков и свинок, были обнаружены с 85-х суток супоросности. Матки, в чьих помётах находилось не менее 70% свинок, отличались от остальных свиноматок самым низким уровнем активности Т-, В-клеточных звеньев иммунной системы и синтеза IgG.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Иммунология свиньи* / А.Ф. Бакшеев, П.Н. Смирнов, Н.В. Ефанова, К.А. Дементьева: монография.– Новосибирск, 2003.– 143 с.
2. *Говалло В.И.* Иммунология репродукции.– М.: Медицина, 1987.– С. 149–286.
3. *Гроза А.Е.* Связь эффективности воспроизведения с состоянием иммунной системы самок: автореф. дис. ... канд. биол. наук.– Дубровицы (Моск. обл.), 1987.– 21 с.
4. *Лозовой В.П., Шергин С.М.* Структурно-функциональная организация иммунной системы.– Новосибирск, 1981.– С. 87–103.
5. *Лозовой В.П., Кожевников В.С., Волчек И.А. и др.* Методы исследований Т-системы иммунитета в диагностике вторичных иммунодефицитов при заболеваниях и повреждениях.: учеб. пособие.– Томск, 1986.– С. 4–6.
6. *Лимфоциты.* Выделение, фракционирование и характеристика / под ред. Дж. Б. Натвига, П. Перлманна, Х. Вигзеля.– М.: Медицина, 1980.– С. 9–112.
7. *Иммунологические методы* / под ред. Г. Фримеля; пер. с нем.– М.: Медицина, 1987.– С. 82–88.

CHARACTERISTIC OF IMMUNE COMPETENT SYSTEM (ICS) OF SOWS WITH DIFFERENT RATIO OF FETUS SEX IN LITTERS

N. V. Efanova

Key words: immune system, sows, piglets, pigs, T-lymphocytes, B-lymphocytes, immune globulins, litter

Starting from the 85th day of pregnancy, main differences were revealed in the indexes of the immune competent system of sows having the litters different in the numbers of baby-boars and she-piglets. The sows with the litters having 70% of she-piglets differed from the sows with the litters having more baby-boars than she-piglets or with the litters having equal numbers of different sexes, the latter with the equal numbers in the litters being of low level of activity of T-, B-cell links in their immune system and IgG synthesis.

К МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ РЫБ

В. Б. Журавлев, доктор биологических наук
Алтайский государственный университет
E-mail: morysi@ngs.ru

Ключевые слова: нельма, осетр, таймень, возраст, численность, охрана видов, популяция, Красная книга

На основании многолетних наблюдений (1980–2010 гг.) по возрастному составу уловов, росту, созреванию сибирского осетра, нельмы и тайменя верховьев Оби определены показатели темпов пополнения и убыли возрастных когорт популяций этих видов. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о необходимости пересмотра статуса охраняемого таксона по сибирскому осетру и внесении соответствующих изменений в региональную Красную книгу.

В список редких и исчезающих видов рыб Алтайского края включены: сибирский осетр *Acipenser baeri* (III категория – редкий в крае), ленок *Brachymystax lenok* (0 категория – предположительно исчезнувший), таймень *Huho taimen* (II категория – сокращающийся в численности) и нельма *Stenodus leucichthys nelma* (I категория – близкий к исчезновению) [1]. Вместе с тем сокращение биологического разнообразия начинается не с сокращения числа видов, а с сокращения числа внутривидовых форм и отдельных популяций. Поэтому при определении охраняемых категорий необходим переход с видового на таксономический уровень исследований в соответствии с рекомендациями Красной книги МСОП (JUCN, 1990). В таком случае требуется пересмотр не только отдельных категорий Красной книги (выделение IV – неопределенные и V – восстановленные статусы таксонов), но и нахождение определенных критериев для их выявления.

В ихтиологических исследованиях обычно считается, что вопрос о критическом уровне численности по отношению к рыбам не имеет особого практического значения. В качестве примера приводятся многочисленные эффекты пар основателей, приведших к образованию многочисленных популяций видов рыб в процессе случайной акклиматизации. С другой стороны, отсутствие ежегодных данных по промыслово-биологической статистике затрудняет оценку величины запаса редких и исчезающих рыб в показателях абсолютной численности. Вместо проблемы критического уровня численности ставится вопрос о критическом уровне условий для поддержания воспроизводства в естественных условиях или при разведении [2].

Целью данной работы являлась оценка параметров модели популяционной динамики и расчет некоторых демографических показателей популяций редких и исчезающих видов рыб из водоемов Алтайского края с последующим уточнением статуса охраняемого таксона.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе использованы материалы, собранные в 1980–2010 гг. в русловой части верховьев Оби и ее главных притоков (Катунь, Бия, Чарыш, Чумыш) [3–5]. В качестве сравнительного материала привлечены данные за предыдущий период [6, 7].

При сборе и обработке материалов использованы общепринятые методики [8, 9]. В основу демографических расчетов положено балансовое уравнение динамики численности популяции, являющееся результатом взаимодействия процессов пополнения, роста и убыли промыслового стада рыб [10]. При этом принимали во внимание, что речь идет о локальных (географически и генетически изолированных) популяциях рыб, поскольку миграция производителей осетра и нельмы через плотинный участок Новосибирской ГЭС отсутствует, а возможность выноса молоди из верхнеобского стада этих видов через нижний бьеф водохранилища маловероятна и не подтверждается статистикой контрольных уловов [11].

Показатель мгновенной общей смертности (z), учитывающий возрастные изменения относительной численности полностью улавливаемых рыб, рассчитывали по коэффициенту линейной АС–регрессии логарифмических кривых уловов [12]. Для нивелирования годовых различий воз-

растного состава уловов применен метод скользящих средних для четных интервалов сглаживания [13]. Для оценки коэффициента мгновенной естественной смертности (M) использовали эмпирическую регрессию Д. Паули [14]. Линейный и весовой рост рыб описывали по уравнению Берталанфи, параметры которого рассчитывались по коэффициенту ГС-регрессии Форда-Уолфорда [15]. Возраст формирования пополнения (t_r) и предельный возраст рыб (t_∞) определяли из [16].

Аналитическую модель динамического запаса возрастных когорт рыб определяли по уравнению Бивертон-Холта [17].

Величину пополнения (R) оценивали по отношению биомассы улова возрастных когорт (\bar{Y}) к величине улова на единицу пополнения (Y/R).

Коэффициент мгновенной рождаемости (b) определяли как индекс выживания потомства [18, 19].

Разность коэффициентов мгновенной рождаемости (b) и мгновенной общей смертности (z) представляет показатель мгновенной скорости популяционного роста (r). В стабильных условиях среды, когда рождаемость равна смертности ($b = z$), популяция находится в стационарном состоянии. При $r > 0$ популяция увеличивает свою численность, при $r < 0$ численность популяции снижается. Если среда не налагает никаких ограничений (пространство, пища и т.д.), мгновенная скорость популяционного роста для данных микроклиматических условий становится максимальной и постоянной. Значение скорости роста в этих условиях представляет собой показатель наследственно обусловленной способности популяции к росту в нелимитирующей среде [20]. При условии стационарного и стабильного возрастного распределения эта величина называется биотическим или репродуктивным потенциалом – \bar{r}_{max} [21]. Диапазон изменений этого показателя может быть выражен через два параметра: коэффициент воспроизводства за одно поколение (R_0) и среднее время генерации популяции (T_g), которые определяли из [22]. Статистическую обработку проводили с использованием пакетов прикладных программ Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Возрастной состав уловов, показатели линейного и весового роста рыб были следующими: сибирский осетр был представлен особями

в возрасте 1–8 лет, средние показатели длины и массы по возрастным группам соответственно 16,1–66,5 см и 35–2400 г; нельма представлена 8 возрастными группами (1–7 и 10 лет), средние показатели длины 18,4–81,5 см, массы – 64–7500 г; таймень в сетных уловах был представлен особями в возрасте 2–11 лет с показателями длины и массы по возрастным группам соответственно 30,1–90,5 см и 290–9700 г (табл. 1–3).

Исследования по сибирскому осетру проведены по его молоди, что не позволяет судить о данных по структуре нерестового стада производителей верхнеобской популяции этого вида в современный период. Поэтому для характеристики возрастного состава всей популяции были привлечены данные А. Н. Петкевича [6] по размерно-возрастной структуре, особенностям роста и созревания туводной (жилой) формы сибирского осетра, производители которой использовали нерестилища верховьев Оби, но не совершали значительных покатных миграций как проходная форма. Аналогично были привлечены данные Л. А. Коневой [7] по структуре нерестового стада нельмы, формировавшегося в верхнем бьефе Новосибирской ГЭС уже после перекрытия плотины.

После сглаживания годовых различий возрастного состава уловов по методу скользящей средней (1) для оценки общей смертности использована правая часть логарифмических кривых уловов осетра (отрезок возрастного ряда 2–25), нельмы (4–10) и тайменя (4–11), точки расположения которых удовлетворительно аппроксимируются уравнением прямой.

При решении уравнений линейной регрессии получены следующие результаты: осетр – $\ln N_t = 3,24 - 0,17 t$ ($R^2 = 0,964$; $P > 0,99$); нельма – $\ln N_t = 3,53 - 0,33 t$ ($R^2 = 0,92$; $P > 0,95$); таймень – $\ln N_t = 3,584 - 0,367 t$ ($R^2 = 0,94$; $P > 0,95$).

Численное значение коэффициента мгновенной общей смертности (z), представляющего собой угловой коэффициент уравнения, соответствует годовым коэффициентам выживания (s) осетра, нельмы и тайменя соответственно 84,6; 72 и 69,3 %.

Параметры уравнения Берталанфи определены: для сибирского осетра $L_\infty = 193,1$ см; $W_\infty = 57792,6$ г; $k = 0,053$ года⁻¹; $t_0 = 0,078$ года; для нельмы – $L_\infty = 92,5$ см; $W_\infty = 16620,6$ г; $k = 0,145$ года⁻¹; $t_0 = 0,100$ года; для тайменя – $L_\infty = 107,5$ см; $W_\infty = 20816,8$ г; $k = 0,176$ года⁻¹; $t_0 = 0,093$ года. Коэффициенты детерминации (R^2) для соответствующих уравнений составили 0,975; 0,997

Таблица 1

Возрастной состав уловов, длина и масса сибирского осетра верховьев Оби

Возраст	1950 г. [6]			Наши данные		
	%	L, см	W, г	%	L, см	W, г
1	27,1	11,8	14	13,8	16,1	35
2	26,8	20,4	68	35,7	28,7	158
3	20,9	27,1	156	20,2	33,1	226
4	10,2	34,3	307	17,7	38,8	369
5	6,8	38,6	454	7,3	44,2	595
6	4,5	43,5	807	2,5	53,0	1025
7	1,1	54,5	1150	1,7	56,0	2560
8	1,1	63,2	1987	1,1	68,3	2880
9–15	1,1	90–110	3000–15000	–	–	–
16–20	0,6	110–130	15000–25000	–	–	–
21–25	0,3	150	39000			
		n = 354			n = 356	

Таблица 2

Возрастной состав уловов, длина и масса нельмы верховьев Оби

Возраст	1964–1971 гг. [7]			1979–1993 гг. [3]			1976–1994 гг. [5]		
	%	L, см	W, г	%	L, см	W, г	%	L, см	W, г
1	3,3	18,4	64	–	–	–	13,8	16,1	35
2	10,8	31,8	340	11,1	29,6	203	35,7	28,7	158
3	15,0	41,7	792	19,7	47,4	1217	20,2	33,1	226
4	31,7	51,0	1376	30,9	55,8	1951	17,7	38,8	369
5	11,7	61,1	2480	13,6	63,8	2538	7,3	44,2	595
6	11,5	68,7	3247	13,1	69,0	3375	2,5	53,0	1025
7	10,8	71,7	4250	9,9	75,3	3825	1,7	56,0	2560
8	5,2	76,8	5006	1,2	77,1	5850	1,1	68,3	2880
9	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	–	–	0,5	81,5	7500	–	–	–
		n = 207		n = 125			n = 356		

Таблица 3

Возрастной состав уловов, длина и масса тайменя верховьев Оби

Возраст	Количество рыб		Длина, см		Масса, г	
	экз.	%	средняя	колебания	средняя	колебания
2	2	4,4	30,1	28,2–32,0	290	250–330
3	5	11,1	44,2	41,5–46,5	825	650–1020
4	11	24,4	51,7	49,0–54,5	1548	1250–1840
5	8	17,8	57,3	55,4–60,1	2283	1680–2650
6	6	13,3	63,5	61,2–66,0	3094	2750–3440
7	5	11,1	70,4	68,5–72,7	4825	4250–5370
8	3	6,7	75,1	74,3–76,5	5521	5250–5840
9	2	4,4	79,7	79,2–80,2	6775	6550–7000
10	2	4,4	83,3	82,5–84,0	8050	7500–8600
11	1	2,4	90,5	–	9700	–
Всего	45	100		28,2–84,0		250–9700

и 0,995. Коэффициент мгновенной естественной смертности в средних возрастах для сибирского осетра составляет 0,058, нельмы 0,138, тайменя 0,150 года⁻¹ (среднегодовая температура воды у г. Барнаула составляет 6,5⁰C). В таком случае ве-

личина коэффициента мгновенной промысловой смертности для полностью улавливаемых возрастных групп сибирского осетра определяется: F = Z – M = 0,108; нельмы – F = 0,190 и тайменя F = 0,217 года⁻¹. Несмотря на то, что промысло-

вый лов сибирского осетра, нельмы и тайменя в бассейне Верхней Оби запрещен и официальной статистикой эти виды не учитываются, значительное количество молоди и производителей сибирского осетра отлавливается браконьерами, а нельмы и тайменя, кроме того, рыбаками-любителями и местным населением.

Используя эмпирическую зависимость возраста формирования пополнения осетра, нельмы и тайменя от коэффициента промысловой смертности, получаем возраст половой зрелости для соответствующих видов 11,3, 7,3 и 6,4 года. Интересно отметить, что величина этого показателя близка к возрасту завершения массового созревания рыб: по литературным данным, сибирский осетр в верховьях Оби созревает между 9–12 годами [6]; нельма – в возрасте 4+ – 6+ лет [7].

По данным А. Н. Петкевича [6], наиболее крупный экземпляр сибирского осетра в возрасте 24 года (самка), пойманный в 1950 г. на контрольных плавах верховьев Оби, достигал длины 150 см и массы 39 кг. По нашим исследованиям [3], максимальная длина нельмы достигала 81,5 см; по данным Л. А. Конево [7] – 79 см. В таком случае максимальная продолжительность жизни исследованных рыб для сибирского осетра составляет 28,3 года, нельмы – 17,9, тайменя – 16,0.

Результаты исследования модели Бивертон-Холта [17] для определения величины улова на единицу пополнения в зависимости от величины промысловой смертности от 0 до 0,5 (с шагом $F = 0,05$ года⁻¹) таковы: кривая уловов сибирского осетра имеет куполообразную форму с плоской вершиной, при максимуме $Y/R = 834,5$ г/экз. и $F = 0,2$. При $F = 0,5$ улов на единицу пополнения снижается до 746,5 г/экз. Кривые уловов нельмы и тайменя соответствуют непрерывной модели пополнения: при $F = 0,5$ наблюдаются максимальные уловы на рекрута соответственно 435,2 и 491,6 г/экз.

Результаты анализа могут быть положены в основу определения основных показателей, характеризующих популяции рыб в исследованный период: численности и биомассы отдельных возрастных групп, величины промыслового запаса. Величина пополнения (численность годовиков) может быть получена путем деления биомассы зарегистрированного улова на величину улова в пересчете на единицу пополнения, соответствующей современной интенсивности промысловой смертности. Эти расчеты составляют: для осетра – 104670 г.: 797,2 г/экз. = 131 экз.; нельмы – 271410 г.: 377,2 г/экз. = 720 экз.; тайменя –

138600 г.: 438,8 г/экз. = 316 экз. Реконструкцию численности остальных возрастных групп проводили по уравнению Баранова [23]. Биомасса каждой возрастной группы получена путем перемножения численности соответствующей возрастной группы на массу рыб, рассчитанную по уравнению Бергаланфи (табл. 4).

Расчет показателя мгновенной рождаемости строили из предположений о том, что пополнение не зависит от величины запаса, находящегося в состоянии равновесия, и величина среднего улова пропорциональна среднему пополнению. Из данного предположения вытекает, что улов, получаемый от средней когорты на протяжении всего времени ее существования, равен среднему улову от всех когорт в течение одного года.

Коэффициенты мгновенной рождаемости исследуемых рыб (b), определенные из табл. 4, составили для осетра, нельмы и тайменя соответственно 0,885; 1,920 и 1,951 года⁻¹. Приведенные расчеты в целом подтверждают теоретическое положение о том, что популяции с длинным возрастным рядом, поздним наступлением половой зрелости и неежегодным нерестом (осетровые) характеризуются низкими показателями выживаемости потомства по сравнению с коротко- и среднецикловыми рыбами, даже при относительно высоких показателях абсолютной плодовитости.

Полученные данные по коэффициентам мгновенной рождаемости и общей смертности, а также производных от них показателей R_0 , T_g и \bar{r}_{max} , позволили построить демографические таблицы выживания возрастных когорт сибирского осетра, нельмы и тайменя при условии их существования в стационарных параметрах окружающей среды (табл. 5–7).

Коэффициент чистой скорости воспроизводства (R_0) показывает, во сколько раз увеличивается численность популяции за одно поколение. По расчетным данным, популяции осетра и нельмы характеризуются отрицательным репродуктивным потенциалом ($R_0 = 0,921–0,980$; $\bar{r}_{max} = -0,00125–0,00970$ года⁻¹). Для тайменя коэффициент воспроизводства за одно поколение лишь немного превышает 1, а скорость популяционного роста близка к нулевой отметке ($R_0 = 1,016$; $\bar{r}_{max} = 0,00195$ года⁻¹), что свидетельствует о возможности поддержания численности стада на уровне современных параметров воспроизводства при условии неизменных параметров внешней среды и постоянных во времени демографических характеристиках.

Таблица 4

Численность и биомасса возрастных групп исследованных рыб, восстановленная по модели Бивертон-Холта

Возраст	Осетр			Нельма			Таймень		
	Y_i	N_i	B_i	Y_i	N_i	B_i	Y_i	N_i	B_i
1	1,72	131	0,86	-	720	21,74	-	316	21,34
2	20,07	11	4,97	2,64	519	86,81	0,58	219	73,23
3	16,27	94	3,12	30,43	374	180,13	4,13	152	139,97
4	23,25	80	2585	76,09	269	260,07	17,03	105	188,40
5	15,47	67	41,21	43,15	194	305,84	18,26	73	204,51
6	9,23	57	54,92	54,00	145	335,23	18,56	50	195,20
7	9,06	48	66,88	45,90	106	311,28	24,13	35	174,04
8	9,60	41	76,51	11,70	77	289,96	16,56	24	153,91
9	-	35	84,85	-	56	260,10	13,55	17	109,46
10	-	29	93,26	3,75	40	213,93	16,10	12	93,52
11	-	25	101,87	-	29	179,15	9,70	8	77,52
12	-	21	107,94	-	21	129,22	-	6	56,16
13	-	18	109,40	-	15	113,21	-	4	45,06
14	-	15	106,55	-	11	79,42	-	3	34,68
15	-	13	102,33	-	8	73,72	-	2	25,29
16	-	11	98,35	-	6	60,90	-	1	19,43
17	-	9	93,61	-	4	48,15	-	-	-
18	-	8	88,20	-	2	30,55	-	-	-
19	-	7	82,24	-	-	-	-	-	-
20	-	6	78,33	-	-	-	-	-	-
21	-	5	73,29	-	-	-	-	-	-
22	-	4	69,37	-	-	-	-	-	-
23	-	3	65,26	-	-	-	-	-	-
24	-	2	60,46	-	-	-	-	-	-
25	-	1	56,60	-	-	-	-	-	-
Σ	104,67	841	1756,23	271,41	2596	2979,41	138,60	1027	1611,72
$\Sigma\Sigma^*$	-	148	1191,93	-	375	1789,59	-	162	984,27

Примечание. Y_i – биомасса улова, кг; N_i – численность возрастной группы, экз.; B_i – биомасса возрастной группы, кг; * в том числе половозрелой части популяции.

Таблица 5

Демографическая таблица выживания сибирского осетра верховьев Оби

Возраст t, лет	Рождаемость, b , год ⁻¹	Смертность, z , год ⁻¹	Выживаемость, s	Функция выживания, l_t	$l_{t/b}$
1	2	3	4	5	6
1	–	0,166	0,846	1	–
2	–	0,166	0,846	0,844	–
3	–	0,166	0,846	0,719	–
4	–	0,166	0,846	0,594	–
5	–	0,166	0,846	0,500	–
6	–	0,166	0,846	0,438	–
7	–	0,166	0,846	0,375	–
8	–	0,166	0,846	0,313	–
9	–	0,166	0,846	0,250	–
10	–	0,166	0,846	0,219	–
11	0,885	0,166	0,846	0,188	0,166
12	0,885	0,166	0,846	0,156	0,138
13	0,885	0,166	0,846	0,140	0,124

ЖИВОТНОВОДСТВО

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6
14	0,885	0,166	0,846	0,125	0,111
15	0,885	0,166	0,846	0,109	0,097
16	0,885	0,166	0,846	0,094	0,083
17	0,885	0,166	0,846	0,078	0,069
18	0,885	0,166	0,846	0,063	0,055
19	0,885	0,166	0,846	0,049	0,043
20	0,885	0,166	0,846	0,034	0,030
21	0,885	0,166	0,846	0,025	0,022
22	0,885	0,166	0,846	0,020	0,017
23	0,885	0,166	0,846	0,015	0,013
24	0,885	0,166	0,846	0,010	0,008
25	0,885	0,166	0,846	0,005	0,004

$R_0 = 0,980; T_g = 16,124$ лет; $\bar{r}_{\max} = -0,00125$ год⁻¹

Таблица 6

Демографическая таблица выживания нельмы верховьев Оби

Возраст, t, лет	Рождаемость, b, год ⁻¹	Смертность, z, год ⁻¹	Выживаемость, s	Функция выживания, l _t	l _v , b
1	–	0,328	0,720	1	–
2	–	0,328	0,720	0,722	–
3	–	0,328	0,720	0,519	–
4	–	0,328	0,720	0,373	–
5	–	0,328	0,720	0,269	–
6	–	0,328	0,720	0,193	–
7	1,920	0,328	0,720	0,141	0,271
8	1,920	0,328	0,720	0,099	0,190
9	1,920	0,328	0,720	0,071	0,136
10	1,920	0,328	0,720	0,052	0,100
11	1,920	0,328	0,720	0,037	0,071
12	1,920	0,328	0,720	0,028	0,054
13	1,920	0,328	0,720	0,019	0,036
14	1,920	0,328	0,720	0,014	0,027
15	1,920	0,328	0,720	0,009	0,017
16	1,920	0,328	0,720	0,006	0,011
17	1,920	0,328	0,720	0,003	0,006
18	1,920	0,328	0,720	0,001	0,002

$R_0 = 0,921; T_g = 8,485$ лет; $\bar{r}_{\max} = -0,00970$ год⁻¹

Таблица 7

Демографическая таблица выживания тайменя верховьев Оби

Возраст, t, лет	Рождаемость, b, год ⁻¹	Смертность, z, год ⁻¹	Выживаемость, s	Функция выживания, l _t	l _v , b
1	2	3	4	5	6
1	–	0,367	0,693	1	–
2	–	0,367	0,693	0,695	–
3	–	0,367	0,693	0,482	–
4	–	0,367	0,693	0,333	–
5	–	0,367	0,693	0,234	–
6	1,951	0,367	0,693	0,163	0,318
7	1,951	0,367	0,693	0,113	0,220

1	2	3	4	5	6
8	1,951	0,367	0,693	0,078	0,152
9	1,951	0,367	0,693	0,057	0,111
10	1,951	0,367	0,693	0,035	0,068
11	1,951	0,367	0,693	0,028	0,055
12	1,951	0,367	0,693	0,021	0,041
13	1,951	0,367	0,693	0,014	0,027
14	1,951	0,367	0,693	0,007	0,014
15	1,951	0,367	0,693	0,004	0,008
16	1,951	0,367	0,693	0,001	0,002
$R_0 = 1,016; T_g = 8,139$ лет; $\bar{r}_{max} = 0,00195$ год ⁻¹					

Вместе с тем, на наш взгляд, было бы ошибочным недооценивать существование внутривидовых механизмов саморегуляции численности, приводящих к достижению равновесного состояния за счет переменных обратных связей в элементарных процессах популяционной динамики. Фактически воспроизводство этих видов от поколения к поколению представляет собой стационарный процесс и поддерживается в основном за счет сложной структуры нерестового стада (преобладание остатка над пополнением). Как следствие, все исследованные виды отличаются высокими показателями средней продолжительности поколения (T_g), определяемой как средний возраст всех самок в популяции, взвешенный в соответствии с количеством производимого потомства: для сибирского осетра он составляет 16,1 года, нельмы – 8,5, тайменя – 8,1.

Результаты исследований свидетельствуют о неблагоприятной демографической ситуации в популяциях охраняемых рыб. Правомочен вопрос о необходимости пересмотра статуса охраняемого вида по сибирскому осетру с III на I категорию Красной книги МСОП. При выделении статуса таксона редких и исчезающих видов рыб в региональной Красной книге учитывали следующие положения: за период 1980–2010 гг. среднегодовой прилов молоди осетра на контрольно-наблюдательных пунктах верховьев Оби вырос с 3 до 25 экз., а нельмы сократился с 22 до 1 экз. [3, 5].

Данные промыслово-биологической статистики свидетельствуют о заметном увеличении темпа роста сибирского осетра при относительно постоянной возрастной структуре улова (см. табл. 1). Как известно, по мере возрастания промысловой смертности наблюдаются интенсификация роста рыб, снижение естественной смертности, уменьшение пополнения и сокращение величины запаса [24]. В ближайшие годы следует ожидать дальнейшего увеличения интенсивности вылова молоди сибирского осетра в связи с перспективной организацией платного лицензионного лова стерляди (*Acipenser ruthenus*) в бассейне Верхней Оби. У этих осетровых совпадают места

и сроки нерестовых, нагульных и зимовальных миграций; на промысле используются однотипные орудия лова – плавные сети и ставные невода («переколоты»).

Для сохранения верхнеобских популяций сибирского осетра и нельмы необходимы мероприятия по формированию сети особо охраняемых территорий, включающие охрану зимовальных ям на участках главного русла Оби («Блюдечко», «Барнаульская», «Усть-Чумышская») и нерестилиц этих видов в нижнем течении р. Катунь и среднем течении р. Чарыш. Проблему сохранения численности этих видов могли бы решить мероприятия по их искусственному воспроизводству. Проект строительства осетрово-нельмового нерестово-выростного хозяйства в устье р. Чарыш составлен еще в середине 80-х годов, однако по экономическим соображениям не востребован.

ВЫВОДЫ

Региональный подход к созданию Красных книг редких и исчезающих видов не является научно обоснованным, хотя представляет интерес в плане мониторинговых наблюдений за состоянием видов, подлежащих охране. Зарегулирование стока Верхней Оби плотной Новосибирской ГЭС при отсутствии действующего рыбохода привело к формированию в верхнем течении реки изолированных популяций осетра и нельмы с нарушенным естественным уровнем панмиксии при близкородственном скрещивании производителей. В таком случае дополнительными критериями для повышения статуса их охраны являются не только тенденции в сокращении численности и ареала, но и уровень возможных генетических потерь на уровне локальных популяций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Красная книга Алтайского края. Т. 2. Животные.– Барнаул: АГУ, 1998.– 238 с.
2. Павлов Д. С., Решетников Ю. С., Шатуновский М. И. Редкие и исчезающие виды рыб СССР и принципы их включения в Красную книгу // Вопр. ихтиологии.– 1985.– Т. 25, вып. 1.– С. 13–20.
3. Журавлев В. Б. К биологии редких и исчезающих видов рыб Алтайского края // Изв. Алт. гос. ун-та.– 1996.– Вып. 1.– С. 94–96.
4. Журавлев В. Б. Продукционная характеристика фоновых видов рыб верховьев Оби // Вопр. ихтиологии.– 2004.– Т. 37, вып. 2.– С. 210–216.
5. Соловов В. П. Современное состояние популяции сибирского осетра верхнего течения Оби // Вопр. ихтиологии.– 1997.– Т. 37, вып. 1.– С. 47–53.
6. Петкевич А. Н. Биология и воспроизводство осетра в Средней и Верхней Оби в связи с гидростроительством // Тр. Томск. гос. ун-та.– 1952.– Т. 199.– С. 39–64.
7. Конева Л. А. Нельма верхнего бьефа плотины Новосибирской ГЭС: автореф. дис. ... канд. биол. наук.– Новосибирск, 1972.– 21 с.
8. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб.– М.: Пищ. пром-сть, 1966.– 376 с.
9. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб.– М.: Изд-во АН СССР, 1959.– 164 с.
10. Никольский Г. В. Теория динамики стада рыб.– М.: Пищ. пром-сть, 1974.– 447 с.
11. Сецко Р. И. Осетровые рыбы и нельма Новосибирского водохранилища // Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища.– Новосибирск: Зап.– Сиб. кн. изд-во, 1976.– С. 126–133.
12. Криксунов Е. А., Концевая Н. Я. Анализ состояния запаса и промысла чудского сига // Вестн. Моск. ун-та.– 1985.– Сер. 16, вып. 4.– С. 43–48.
13. Тюрин Ю. Н., Макаров А. А. Статистический анализ данных на компьютере.– М.: ИНФРА-М, 1998.– 528 с.
14. Pauly D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks // J. Cons. intern. explor. mer.– 1980.– Vol. 39, N. 2.– P. 175–192.
15. Walford L. A. A new graphic method of describing the growth of animals // Biol. Bull., 1946.– Vol. 90, N. 2.– P. 141–147.
16. Бабаян В. К. Метод расчета параметров шадящего режима рыболовства // Рыб. хоз-во.– 1982.– № 2.– С. 29–31.
17. Бивертон Р., Холт С. Динамика численности промысловых рыб.– М.: Пищ. пром-сть, 1969.– 248 с.
18. Засосов А. Б. Теоретические основы рыболовства.– М.: Пищ. пром-ть, 1970.– 292 с.
19. Карасева Е. М. Некоторые особенности формирования численности в раннем онтогенезе североморской сельди // Динамика численности промысловых рыб.– М.: Наука, 1986.– С. 77–91.
20. Одум Ю. Экология.– М.: Мир, 1986.– Т. 1.– 328 с.; Т. 2.– 376 с.
21. Chapmen R. N. The quantitative analysis of environmental factors // Ecology, 1928.– Vol. 9, N. 2.– P. 22–38.
22. Dublin L. I., Lotka A. J. On the true rate of natural increase (As exemplified by the population of the United States, 1920) // J. Amer. Statist. Ass. New Ser. N.150 (Vol. 20).– P. 205–339.
23. Баранов Ф. И. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства // Изв. отд. рыбоводства и науч.-промысл. исслед.– 1918.– Т. 1, вып. 1.– С. 84–128.
24. Ройс В. Ф. Введение в рыбохозяйственную науку.– М.: Пищ. пром-сть, 1975.– 272 с.

TO THE TECHNIQUE OF STUDY IN THE NUMBER OF POPULATIONS
OF RARE AND EXTINCT SPECIES

V. B. Zhuravlev

Key words: Siberian white salmon, sturgeon, taimen, age, number, species protection, population, Red book
On the basis of multi-year observations (1980–2010) regarding age composition of catches, growth and maturing of Siberian sturgeon, white salmon and taimen from the upstream Ob the indexes of age cohorts rates in reproduction and losses are determined in these species populations. The data of the observations done testify to the need to revise the status of the protected taxon for Siberian sturgeon and introduce corresponding changes in the regional Red book.

МОРФОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РОТАНА [*PERCOTTUS GLENNI*] ПОЙМЕННЫХ ВОДОЕМОВ ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ ОБИ

В. Б. Журавлев, доктор биологических наук
Алтайский государственный университет
E-mail: morysi@ngs.ru

Ключевые слова: головешковые, ротан, возраст, численность, охрана видов, популяция, акклиматизация

Приведены сведения о распространении, морфометрии и экологии ротана – случайного вселенца в бассейне Верхней Оби. Отмечен высокий темп линейного и весового роста, заметно превышающий эти показатели в естественном ареале вида.

Биоинвазия и саморасселение водных организмов в новые для них места обитания при прямом или косвенном воздействии со стороны человека приобрели в последнее время массовый характер и могут рассматриваться как специфическая черта современного этапа антропогенного влияния на водоемы. Весь неоднозначный опыт акклиматизационных работ в период бывшего СССР свидетельствует, с одной стороны, о постоянных нарушениях теоретических основ этого мероприятия, а с другой – о непредсказуемости всех побочных последствий этого действия. Характерным примером подобного рода явилось случайное вселение и последующее саморасселение ротана за пределами естественного ареала в результате аутоакклиматизации либо как объекта аквариумистики или спортивного рыболовства [1].

Цель работы заключается в определении темпов роста, распространения, морфометрии и экологии ротана в бассейне Верхней Оби.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Естественный ареал *P. glenii* расположен на Дальнем Востоке России, в северо-восточном Китае и на севере Северной Кореи. В 1948 г. ротан был завезен в Москву участниками Амурской экспедиции. В следующем году эта рыба была уже в аквариумах у многих московских аквариумистов. Вполне вероятны и другие случаи вселения в тот же период ротана из аквариумов в водоемы Подмосковья [2]. В настоящее время в результате неконтролируемого саморасселения ротан освоил многие водоемы бассейна средней Волги, Оки и Камы, на запад продвинулся до Калининградской области и Польши, на восток – до Урала, отмечен в бассейне Аральского моря, Балхаша, Байкала [1, 3–6] (рис. 1).

Первые сообщения о нахождении единичных экземпляров ротана в пойменных озерах верхнего течения Оби поступили в 2003 г. [7]. В 2006–2010 гг. поступали неоднократные сообщения о расширении ареала этого вида по всему бассейну Верхней Оби от слияния Бии и Катунь до Новосибирского водохранилища (рис. 2).

В естественном и приобретенном ареале максимальные размеры ротана, указанные в литературе, не превышают длины 25 см и 300 г массы [6, 8]. В бассейне Верхней Оби встречаются семилетние особи (6+) с показателями длины и массы соответственно 40 см и 800 г [9]. Такое явление, подробно изученное П. А. Дрягиным [10] и названное И. А. Пивневым [11 «феноменом акклиматизации», не является стойким, и в дальнейшем происходит естественное снижение линейно-весовых показателей до обычных для вида норм. Аналогичные процессы высокого темпа роста с последующим замедлением наблюдались при вселении ротана в водоемы Ленинградской области и Подмосковья [1, 12].

Материалом для исследования послужили 44 экз. ротана, отловленных осенью 2006 г. в оз. Круглое (пойма устья р. Касмалы у с. Нагорное Павловского района Алтайского края). Площадь водоема 60 га, средняя глубина 1,2 м, максимальная – 2,0 м. Ихтиофауна, кроме ротана, представлена золотым и серебряным карасем, озерным гольяном; в период паводка на нерест в озеро заходят щука, язь, лещ, плотва, судак.

В качестве орудий лова использовали 4-ставные жаберные сети длиной по 25 м с ячеей 22 мм. Абсолютная длина рыб достигала 14,1–18,4 см (в среднем 15,9 см), длина тела 12,0–15,5 см (13,3 см). Средняя масса и масса рыб без внутренностей составляла 81,5 и 63,8 г при колебаниях соответственно 59–146 и 45–121 г. Исследованные особи

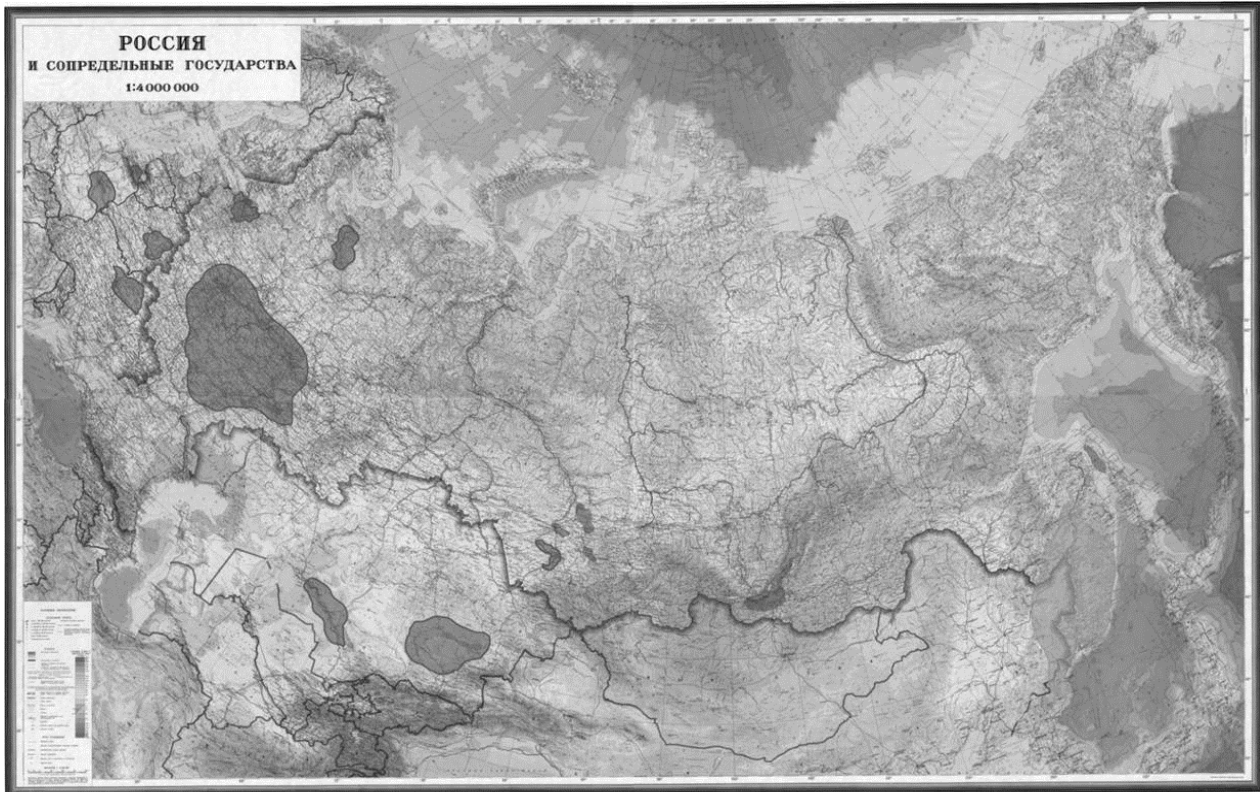


Рис. 1. Расширение ареала ротана по Евразийскому континенту

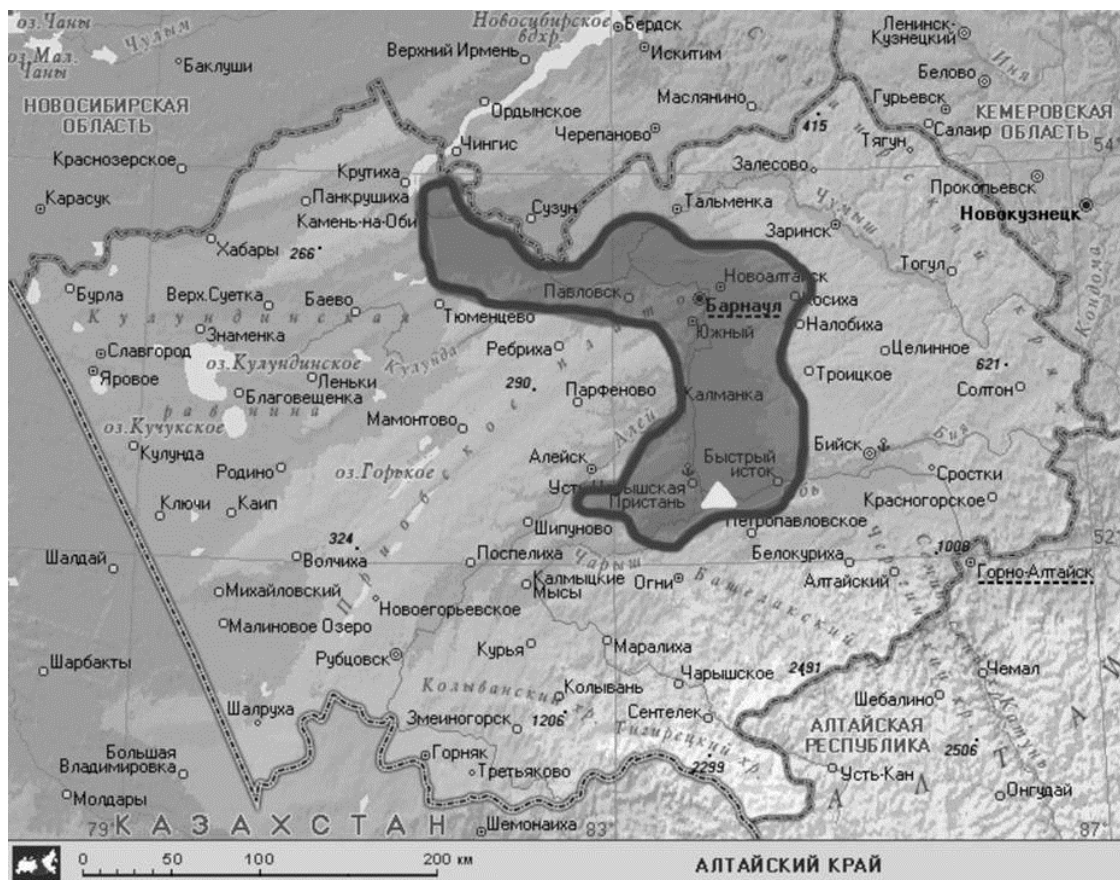


Рис. 2. Современный ареал ротана по бассейну Верхней Оби

Морфоэкологическая характеристика ротана поймы верхнего течения Оби

Признак	lim	M ± m	б	CV
Абсолютная длина, мм	141–184	159,16±1,63	10,80	6,8
Длина тела, мм	120–155	133,70±1,35	8,95	6,7
Масса, г	59–146	81,47±2,90	19,25	23,6
Масса без внутренностей, г	45–121	63,79±2,50	16,63	26,1
Абсолютная плодовитость, икринок*	1278–4212	2407,47±183,45	756,40	31,4
Общий индекс наполнения желудков, % ⁰⁰ **	38,7–181,0	94,05±9,13	38,75	41,2
<i>Меристические признаки</i>				
Число лучей в 1-м спином плавнике	6–7	6,70±0,07	0,46	6,9
Число лучей во 2-м спином плавнике	I–II 10–12	10,95±0,07	0,48	4,4
Число лучей в анальном плавнике	I–II 8–10	9,07±0,05	0,33	3,6
Число лучей в грудном плавнике	I 11–14	12,25±0,09	0,58	4,7
Поперечных рядов чешуй	36–42	37,66±0,25	1,66	4,4
Число тычинок на 1 жаберной дуге	11–12	11,05±0,03	0,21	1,9
Число позвонков	28–30	28,41±0,09	0,58	2,0

* n = 17 экз.; ** n = 18 экз.

характеризовались следующими меристическими признаками: D₁ VI–VII; D₂ I–II 10–12; A I–II 8–10; P I 11–14; V I 5. Поперечных рядов чешуй 36–42, жаберных тычинок 11–12, позвонков (без уростилия) 28–30 (таблица).

Половой диморфизм исследовали на 25 самцах и 19 самках.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследованные меристические признаки показали отсутствие различий между самцами и самками; по пластическим признакам отличия обнаружены по 10 признакам из 27. Самки ротана значительно крупнее, у них сильнее развиты брюшные плавники. У самцов длиннее и выше грудные, спинные и анальные плавники, голова крупнее, больше диаметр глаза и ширина лба. Показатели вариации признаков свидетельствуют о более высоком уровне изменчивости самцов. Счетные признаки ротана в основном лежат в пределах, указываемых для этого вида из естественного ареала и мест вселения; большее число позвонков и ветвистых лучей в грудных плавниках, по-видимому, связано с высокой экологической и морфометрической изменчивостью рыб в новых местах обитания.

На питание исследовано 18 желудков ротана. Интенсивность питания по взятой пробе составляла 40,9% (более половины желудков были пустыми). Спектр питания отличался однообразием: отмечена только собственная молодь – двухлетки и, возможно, сеголетки, от фрагментов отдельных костей до полупереваренных остатков задних отделов рыб длиной 51–72 мм и массой 4,2–4,7 г.

Индекс наполнения желудков колебался в широком диапазоне – от 38,7 до 181,0 %⁰⁰, средний индекс наполнения составил 94,05 %⁰⁰.

Все исследованные экземпляры ротана были представлены впервые созревающими особями; масса семенников достигала 0,35–0,62 г, масса яичников – 1,30–2,05 г. Коэффициент зрелости самцов и самок, отнесенный к массе порки, колебался в диапазоне соответственно 0,75–0,88 и 1,69–2,36%. В яичниках четко различался асинхронный тип созревания яйцеклеток, которые представлены двумя генерациями, различающимися по диаметру икринок: у первой порции диаметр ооцитов составлял 0,9–1,3 мм, у второй – 0,4–0,7. Потенциальная абсолютная плодовитость самок, рассчитанная по незрелой икре, достигала 1278–4212 икринок.

Зависимость показателей абсолютной плодовитости от массы рыб описывается уравнением прямой между плодовитостью и длиной тела – полиномом 2-й степени. Коэффициенты детерминации уравнений достоверны и достигают соответственно 0,780 и 0,753. В среднем при увеличении массы рыб на 1г плодовитость увеличивается на 28,5 икринок, при увеличении длины тела на 1см – на 1052,7 икринок.

ВЫВОДЫ

1. Возможность случайного завоза оплодотворенной икры или молоди ротана с рыбопосадочным материалом ценных видов исключена, т.к. за последние 20 лет рыбоводно-акклиматизационные работы на территории Алтайского края не проводились.

2. Наиболее вероятная причина появления ротана в бассейне Верхней Оби – неконтролируемое зарыбление придаточных водоемов поймы рыбаками-любителями подледного лова и аквариумистами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Еловенко В. Н.* Систематическое положение и географическое распространение рыб семейства Eleotridae (Gobioidei, Perciformes), интродуцированных в водоемы европейской части СССР, Казахстана и Средней Азии // Зоологический журнал.– 1981.– Т. 60, вып. 10.– С. 1517–1522.
2. *Голубцов А. С.* Эколого-генетический анализ популяций ротана в естественном и приобретенном ареалах: автореф. дис. ... канд. биол. наук.– М, 1990.– 24с.
3. *Борисова А. Т.* Случайные вселенцы в водоемы Узбекистана // Вопр. ихтиологии. – 1972. – Т. 12, вып. 1 (72).– С. 49–53.
4. *Кудерский Л. А.* Ротан в прудах Горьковской области // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов.– 1980.– № 25.– С. 28–33.
5. *Литвинов А. Г.* Экология ротана-головешки (*Percottus glenni* Dyb.) в бассейне оз. Байкал и его влияние на промысловых рыб: автореф. дис. ... канд. биол. наук / ГосНИОРХ.– СПб., 1993.– 25 с.
6. *Атлас пресноводных рыб России* /под ред. Ю. С. Решетникова.– М.: Наука, 2003.– Т. 2.–253 с.
7. *Журавлев В. Б., Ломодуров Е. И., Лукьянов Д. П.* Вселение ротана – головешки *Percottus glenni* (DYB.) в пойменные водоемы бассейна верхней Оби // IX Съезд Гидробиологического общества РАН (г. Тольятти, Россия, 18–22 сентября 2006 г.): тез. докл.– 2006.– Т. I.– С. 163.
8. *Никольский Г. В.* Рыбы бассейна Амура. Итоги Амурской ихтиологической экспедиции 1944–1949 гг.– М.: Изд-во АН СССР, 1956.– 551 с.
9. *Журавлев В. Б., Ломакин С. Л., Сатюков С. Н.* Определитель рыб водоемов бассейна Верхней Оби.– Барнаул: Алтай, 2010.– 112 с.
10. *Дрягин П. А.* Акклиматизация рыб во внутренних водоемах СССР // Изв. ВНИОРХ.– 1953.– Т. 32.– С. 10–98.
11. *Пивнев И. А.* Что такое феномен акклиматизации? // Гидрология и гидробиология Западной Сибири.– Л., 1975.– С. 108–115.
12. *Неелов А. В.* Природа Ленинградской области: рыбы.– Л.: Лениздат, 1987.– 157 с.

MORPHOECOLOGICAL CHARACTERISTIC OF PERCOTTUS GLENNI FROM FLOOD PLAIN WATER BODIES OF THE UPSTREAM OB

V. B. Zhuravlev

Key words: headed, *Percottus glenni*, age, number, species protection, population, acclimatization

*The paper provides the data on the spread, morphometry and ecology of *Percottus glenni*, random invader in the upstream Ob water basin. High rates of linear and weight growth are marked, they notably exceed the indexes of the species when in its natural areal*

**ЗООПЛАНКТОН И САПРОБНОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОЗЕР
КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

О. В. Козлов, доктор биологических наук, профессор
О. В. Аршевская, старший преподаватель
Курганский государственный университет
E-mail: zoo@kgsu.ru

Ключевые слова: зоопланктон, рыбохозяйственное природопользование, сапробность

Исследован зоопланктон хозяйственно используемых озер Курганской области, его видовое разнообразие и количественные характеристики. Зоопланктон исследуемых озер достаточно единообразен и сходен по видам-доминантам. Это обусловлено сходством химического состава вод исследуемых озер.

В связи с усиливающимся антропогенным воздействием на экосистемы малых водоемов, обладающих достаточно нестабильным равновесием между отдельными компонентами биоценозов, легко нарушаемым при регулируемом хозяйственном воздействии на них, особое значение приобретает мониторинг различных вариантов рыбохозяйственной деятельности применительно к подобным экосистемам. При биологическом мониторинге используются приемы биотестирования, биоиндикации и биоаккумуляции. Любая водная экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, имеет сложную систему подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов. Влияние антропогенных факторов, и в частности, загрязнения, прежде всего отражается на видовом составе водных сообществ и соотношении численности формирующих их видов. Биологический метод оценки состояния водоема позволяет решить задачи, разрешение которых с помощью гидрофизических и гидрохимических методов невозможно. Оценка степени загрязнения водоема по составу гидробионтов позволяет быстро установить его санитарное состояние, определить степень и характер загрязнения и пути его распространения в водоеме, а также дать количественную характеристику протекания процессов естественного самоочищения.

Целью представленной работы является комплексная оценка состояния зоопланктона малых озер, активно эксплуатируемых в рыбохозяйственной отрасли региона, и использование беспозвоночных организмов-биоиндикаторов, составляющих основу зоопланктона и зообентоса данных водоемов для этой оценки.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Объектом изучения являлся зоопланктон озер Щучье, Большое Бутырино и Алакуль Курганской области в 2005–2009 гг. При изучении качественных и количественных характеристик гидробионтов использовали комплексный подход, позволяющий достаточно полно оценивать состояние различных типов экосистем. Отбирали пробы в различных ландшафтных фациях водоема со столба воды под единицей площади планктонной сетью Апштейна. В лабораторных условиях с использованием методов цифровой микроскопии определяли количественные характеристики и таксономический статус видов-зоопланктонов [1]. Изменение соотношений видов в зоопланктоне в первую очередь определяется их принадлежностью к той или иной экологической группировке, по-разному реагирующей на загрязнение. При усилении загрязнения уменьшаются обилие и доля стенобионтных олигосапробных видов животных, увеличивается – эврибионтных, а затем и сапробионтных видов.

**РЕЗУЛЬТАТЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Курганская область расположена к востоку от Урала, в юго-западной части Западно-Сибирской равнины. Территория области представляет собой плоскую равнину с небольшими западинами и увалами. Абсолютные отметки высот не превышают 120–200 м над уровнем моря. Регион отличается резко-континентальным климатом, характеризующимся жарким летом и холодной продолжительной зимой. Температурный режим неустойчив: в январе температура воздуха может повышаться до 3...4⁰С, а летом (июнь-июль) по-

нижаться до 0...5°C. Минимальные зимние температуры достигают -45...-48°C, максимальные летние до 39...40°C. Величина среднегодовых осадков не превышает 350–400 мм. Устойчивый снежный покров устанавливается в первой половине октября и сходит в начале апреля. Глубина промерзания почвы 120–180 см.

Исследованные нами озера Щучье (51,2 км²), Большое Бутырино (8,3 км²) и Алакуль (14,9 км²) возникли в западинах, образованных ветровой и водной эрозией, выщелачиванием грунтов подземными водами с последующим оседанием и уплотнением их. Это типичные мелководные озера (глубины не превышают 4,5 м) с заиленным дном и сильно заросшими тростником *Phragmites australis* берегами. В последние годы происходит обмеление озер в связи с цикличностью климатических изменений, что является дополнительным фактором, уменьшающим стабильность экосистем малых озер. В подледный период газовый режим напряженный, однако дефицит кислорода в воде исследованных водоемов отмечен и в течение вегетационного сезона.

Вода в оз. Б. Бутырино солоноватая. В течение вегетационного сезона по величине рН может меняться от нормальной до подщелочной. Класс сапробности в отдельные годы по различным показателям изменялся от олигосапробного до полисапробного. В целом водоем можно охарактеризовать как бета-мезосапробный, что соответствует эвтрофному уровню природной трофии.

Трофический статус водоема почти не изменился. Уровень содержания минерального фосфора на протяжении всего периода наблюдений оставался практически постоянным. Результаты исследований свидетельствуют о том, что основным лимитирующим фактором процессов эвтрофирования в озере Б. Бутырино в настоящее время выступает концентрация такого биогена, как фосфор.

Озеро Щучье – мелководный, периодически заморный водоем, расположенный в зоне недостаточного увлажнения. Питание его осуществляется за счет атмосферных осадков и поверхностного стока. Озеро подвержено значительным колебаниям уровня воды. Вода в нем солоноватая, очень жесткая. Из всех исследованных в этом районе озер Щучье наиболее минерализованное. По значению рН вода обладает нейтральной реакцией, причем к концу летнего сезона наблюдался значительный сдвиг в сторону повышения щелочности.

В предыдущие годы в водоеме превышалось значение ПДК для рыбохозяйственных водоемов по аммонийному солевому, нитритам, рН, что обусловлено естественными условиями формирования ионного состава воды в лесостепной и степной ландшафтных зонах умеренного пояса. Концентрация хлоридов, ионов магния, натрия и калия многократно превышала ПДК и была характерной для водоемов данной зоны. Класс сапробности по различным показателям качества воды в водоеме в отдельные годы изменялся от ксеносапробного до полисапробного. В целом водоем можно охарактеризовать как бета-мезосапробный, что соответствует мезотрофно-эвтрофному уровню природной трофии. Высокие значения перманганатной окисляемости (> 10,0 мг/дм³) указывают на загрязнение озера легкоокисляемым органическим веществом.

Вода озера Алакуль жесткая, по соотношению преобладающих ионов хлоридного класса натриевой группы. Класс сапробности по различным показателям в отдельные годы изменялся от ксеносапробного до альфа-мезосапробного. В целом за исследуемый период водоем можно охарактеризовать как бета-альфа-мезосапробный, что соответствует эвтрофному уровню природной трофии с чертами гипертрофии. На протяжении исследований в озере Алакуль зафиксировано превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов, как и в других водоемах региона, по ионам аммония, а также по рН. Значительное превышение ПДК по хлоридам, магнию, натрию и калию характерно для водоемов этой зональной группы.

Полученные результаты сопоставимы с данными предыдущих лет исследований. Гидрохимический тип воды исследованных водоемов не менялся, динамика содержания основных анионов и катионов имела типичный характер для водоемов этой зоны. Однако следует отметить, что биогенных элементов в озерах вполне хватает для интенсивного развития фитопланктона и фитобентоса. При определенных гидрометеорологических условиях это может вызвать «цветение» водоема и, как следствие, развитие заморных ситуаций как в летнее, так и в зимнее время.

Общая численность гидробионтов в озере Щучье измерялась по станциям от 37,1 до 146 тыс. экз/м³ (при средней по водоему 107,5 тыс. экз/ м³), биомасса зоопланктона составила от 0,9 до 2,04 г/ м³ (при средней по водоему 1,55 г/м³). В среднем по водоему численность зоопланктона составила 54,7 тыс. экз/м³, биомасса 1,4 г/м³.

ЖИВОТНОВОДСТВО

Таблица 1

Зоопланктон озера Щучье (сентябрь 2007 г.), экз/м³ ÷ мг/м³ и коэффициент значимости (вр) видов и групп

Доминанты	Ст. 1, берег	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5, берег	Среднее	Коэффициент значимости, вр
Глубина, м.	2,8	3,5	3,5	3,0	2,8		
<i>Arctodiaptomus bacillifer</i>	<u>3000</u> 317,94	<u>2000</u> 368,76	<u>2000</u> 228,19	<u>400</u> 44,28	<u>3200</u> 383,82	<u>2120</u> 268,60	26,9
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	<u>11000</u> 199,50	<u>7333</u> 94,83	<u>6667</u> 60,56	<u>800</u> 10,66	<u>15200</u> 208,25	<u>8200</u> 114,76	11,5
<i>Cyclops vicinus</i>	<u>500</u> 22,28	<u>87</u> 5,56	<u>100</u> 2,76	<u>8</u> 0,51	<u>1200</u> 34,97	<u>379</u> 13,22	1,3
<i>Daphnia longispina</i>	<u>11000</u> 519,52	<u>10000</u> 646,87	<u>73333</u> 46,34	<u>1000</u> 64,93	<u>8000</u> 259,15	<u>7467</u> 367,36	36,7
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	<u>1000</u> 53,25	<u>2000</u> 101,81	<u>2667</u> 104,71	<u>800</u> 24,92	<u>6400</u> 295,20	<u>2573</u> 115,98	11,6
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	<u>29000</u> 527,39	<u>28000</u> 483,84	<u>3257</u> 553,64	<u>8400</u> 147,70	<u>49600</u> 768,36	<u>29513</u> 496,19	49,6
<i>Keratella quadrata</i>	<u>7000</u> 4,20	<u>2000</u> 1,20	<u>3333</u> 2,00	–	<u>3200</u> 1,92	<u>3107</u> 1,86	0,1
<i>Asplanchna priodonta</i>	–	<u>1333</u> 28,98	<u>3333</u> 183,87	<u>400</u> 15,31	<u>1600</u> 86,11	<u>1333</u> 62,85	5,0
<i>Copepoda</i>	<u>14500</u> 539,72	<u>9420</u> 469,15	<u>8767</u> 291,51	<u>1208</u> 55,45	<u>19600</u> 627,04	<u>10699</u> 396,57	39,7
<i>Cladocera</i>	<u>41000</u> 1100,16	<u>40000</u> 1232,52	<u>42567</u> 1004,69	<u>10200</u> 237,55	<u>64000</u> 1322,71	<u>39553</u> 979,53	98,0
<i>Rotatoria</i>	<u>7000</u> 4,20	<u>3333</u> 30,18	<u>6666</u> 185,87	<u>400</u> 15,31	<u>4800</u> 88,03	<u>4440</u> 64,72	6,5
Всего зоопланктона	<u>62500</u> 1644,08	<u>52753</u> 1731,85	<u>58000</u> 1482,07	<u>11808</u> 308,31	<u>88400</u> 2037,78	<u>54692</u> 1440,82	

Таблица 2

Зоопланктон озера Алакуль (сентябрь 2007 г.), экз/м³ ÷ мг/м³ и коэффициент значимости (вр) видов и групп

Доминанты	Ст. 1, берег	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5, берег	Среднее	Коэффициент значимости, вр
Глубина, м	2,8	4,0	4,0	3,5	2,0		
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Arctodiaptomus bacillifer</i> + <i>acutilobatus</i>	<u>7000</u> 691,70	<u>1143</u> 137,41	<u>2286</u> 88,87	<u>4000</u> 487,38	<u>5333</u> 355,61	<u>3952</u> 352,19	35,2
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	<u>17000</u> 173,81	<u>9143</u> 90,10	<u>15429</u> 138,06	<u>20667</u> 149,48	<u>21333</u> 154,32	<u>16714</u> 141,15	14,1
<i>Cyclops vicinus</i>	<u>7000</u> 440,79	<u>4571</u> 355,25	<u>5714</u> 320,13	<u>7333</u> 389,98	<u>5333</u> 381,47	<u>5990</u> 377,52	37,8
<i>Cyclops sp.</i>	<u>5000</u> 75,47	<u>4000</u> 73,12	<u>3429</u> 57,82	<u>4000</u> 69,79	<u>2667</u> 53,46	<u>3819</u> 65,93	6,6
<i>Nauplii Copepoda</i>	<u>4000</u> 16,00	<u>2286</u> 9,14	<u>6857</u> 21,71	<u>10667</u> 34,67	<u>8000</u> 26,67	<u>6362</u> 21,64	2,2
<i>Daphnia longispina</i>	<u>21000</u> 1148,38	<u>8000</u> 353,35	<u>13143</u> 915,97	<u>10667</u> 616,92	<u>17333</u> 693,62	<u>14029</u> 745,65	74,6
<i>Diaphanosoma brachiurum</i>	<u>10</u> 0,45	<u>29</u> 1,08	<u>17</u> 0,91	<u>40</u> 1,49	<u>40</u> 1,60	<u>27</u> 1,11	0,11
<i>Chydorus sphaericus</i>	<u>10</u> 0,30	<u>6</u> 0,04	–	–	<u>53</u> 0,33	<u>14</u> 0,13	0,01
<i>Bosmina longirostris</i>	<u>10</u> 0,12	–	<u>6</u> 0,04	–	–	<u>3</u> 0,03	0,001

ЖИВОТНОВОДСТВО

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Keratella quadrata</i>	<u>2000</u> 1,20	<u>7429</u> 4,46	<u>5714</u> 3,43	<u>2667</u> 1,60	<u>10667</u> 6,40	<u>5695</u> 3,42	0,34
<i>Fellina longiseta</i>	<u>2000</u> 0,86	<u>571</u> 0,25	–	–	<u>1333</u> 0,57	<u>781</u> 0,34	0,02
<i>Asplanchna priodonta</i>	<u>2000</u> 125,78	<u>1714</u> 89,90	<u>1714</u> 34,04	<u>2667</u> 105,95	<u>10667</u> 398,59	<u>3752</u> 150,85	15,1
<i>Copepoda</i>	<u>40000</u> 1397,77	<u>21143</u> 665,02	<u>33715</u> 626,59	<u>46667</u> 1131,30	<u>42666</u> 971,53	<u>36838</u> 958,44	95,8
<i>Cladocera</i>	<u>21030</u> 1149,25	<u>8035</u> 354,47	<u>13166</u> 916,92	<u>10707</u> 618,41	<u>17426</u> 695,55	<u>14073</u> 746,92	74,7
<i>Rotatoria</i>	<u>6000</u> 127,84	<u>9714</u> 94,61	<u>7428</u> 37,47	<u>5334</u> 107,55	<u>22667</u> 405,56	<u>10229</u> 154,61	15,46
Всего зоопланктона	<u>67030</u> 2674,86	<u>38892</u> 1114,10	<u>54309</u> 1580,98	<u>62708</u> 1857,26	<u>82759</u> 2072,64	<u>61140</u> 1859,97	

Таблица 3

Зоопланктон озера Б. Бутырино (сентябрь 2007 г.), экз/м³ ÷ мг/м³ и коэффициент значимости (вр) видов и групп

Доминанты	Ст. 1, берег	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Среднее	Коэффициент значимости, вр
Глубина, м	1,2	2,3	2,5	2,5		
<i>Acanthodiptomus denticornis</i>	<u>3060</u> 206,28	<u>2000</u> 215,01	<u>2000</u> 109,51	<u>1000</u> 59,25	<u>2015</u> 147,51	14,8
<i>Arctodiptomus bacillifer</i>	–	<u>2000</u> 66,67	<u>3000</u> 214,33	<u>1000</u> 38,00	<u>1500</u> 79,75	8,0
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	<u>7000</u> 33,30	<u>36000</u> 165,92	<u>28000</u> 121,61	<u>37000</u> 156,58	<u>27000</u> 119,35	11,9
<i>Nauplii Copepoda</i>	<u>1000</u> 4,00	–	<u>1000</u> 4,00	<u>1000</u> 2,00	<u>1000</u> 2,50	0,2
<i>Daphnia pulex</i>	<u>3000</u> 430,43	<u>3000</u> 134,06	<u>5050</u> 387,82	<u>3000</u> 375,65	<u>3513</u> 331,99	33,2
<i>Diaphanosoma brachiurum</i>	<u>2000</u> 116,54	<u>12000</u> 438,10	<u>6000</u> 187,77	<u>7000</u> 191,44	<u>6750</u> 233,46	23,3
<i>Chydorus sphaericus</i>	<u>16000</u> 137,09	<u>78000</u> 644,94	<u>79000</u> 737,42	<u>61000</u> 498,91	<u>58500</u> 504,59	50,5
<i>Asplanchna priodonta</i>	<u>80</u> 5,96	<u>5000</u> 377,32	<u>2000</u> 34,96	<u>1000</u> 78,89	<u>2020</u> 124,28	12,4
<i>Keratella quadrata</i>	<u>4000</u> 2,40	<u>8000</u> 4,80	<u>4000</u> 2,40	<u>3000</u> 1,80	<u>4750</u> 2,85	0,3
<i>Filina longiseta</i>	<u>1000</u> 0,43	–	<u>1000</u> 0,43	–	<u>500</u> 0,22	0,0
<i>Copepoda</i>	<u>11060</u> 243,58	<u>40000</u> 447,60	<u>34000</u> 449,45	<u>40000</u> 255,83	<u>31515</u> 349,12	34,9
<i>Cladocera</i>	<u>21000</u> 684,06	<u>93000</u> 1217,10	<u>90050</u> 1313,01	<u>71000</u> 1066,00	<u>68763</u> 1070,04	107,0
<i>Rotatoria</i>	<u>5080</u> 8,79	<u>13000</u> 382,12	<u>7000</u> 37,79	<u>4000</u> 80,69	<u>7270</u> 127,35	12,7
Всего зоопланктона	<u>37140</u> 936,43	<u>146000</u> 2046,82	<u>131050</u> 1800,25	<u>115000</u> 1402,52	<u>107548</u> 1546,51	

Веслоногие ракообразные составляли 22,58% в общей биомассе зоопланктона, ветвистоусые ракообразные – 69,2, коловратки – 8,24. Таким образом, зоопланктон на данный период носил преимущественно кладоцерный характер [2].

Общая численность гидробионтов измерялась по станциям от 38,9 до 82,7 тыс. экз/м³ (при средней по водоему 61,1 тыс. экз/м³), биомасса зоопланктона составила от 1,1 до 2,6 г/м³ (при средней по водоему 1,86 г/м³).

В начале сентября 2007 г. при температуре воды 16°С в зоопланктоне озера Щучье отмечено 8 видов: *Copepoda* – 3, *Cladocera* – 3, *Rotatoria* – 2 (табл. 1). Доминировали ветвистоусые ракообразные – *Daphnia longispina* (вр 36,7) и *Ceriodaphnia reticulata* (вр 49,6), на третьем месте по значимости были диаптомиды (*Arctodiaptomus bacillifer*) с вр 26,9, а также *Mesocyclops leuckarti* с вр 11,5.

Средняя численность зоопланктона озера Щучье в период с 2005 г. по 2009 г. возросла с 8,3 до 54 тыс. экз /м³, при этом индекс сапробности снизился с 1,5 до 1,304. Увеличилась численность организмов-доминантов, таких как *Daphnia longispina*. Возможно, имеется обратная связь между увеличением численности и уменьшением индекса сапробности по результатам анализа проб из озер Алакуль и Большое Бутырино.

Средняя численность зоопланктона озера Алакуль в 2005 г. составляла 29,2 тыс. экз/м³ при индексе сапробности 1,69. В 2009 г. средняя численность зоопланктона составила 61140 экз/м³, а индекс сапробности 1,47. При этом значительное увеличение наблюдалось у видов-доминантов, как и в случае с зоопланктоном озера Щучье (табл. 2).

Примерно похожие показатели и по озеру Большое Бутырино (табл. 3). Средняя численность зоопланктона в период с 2005 г. по 2009 г. увеличилась на 40 тыс. экз/м³, индекс сапробности изменился с 1,83 на 1,47. Можно сделать вывод, что изменение численности доминантов косвенно влияет на изменение индекса сапробности.

Рыбохозяйственное воздействие может изменить трофические условия в водоемах, что при-

водит к реорганизации трофической структуры сообщества, которая служит чутким индикатором этого воздействия [3]. При этом обычно трофическая структура бентоса упрощается, биоценозы заменяются на более простые, но играющие большую роль в самоочищении водоема, уменьшается доля животных с фильтрационным типом питания и увеличивается доля хищного планктона [4]. При органическом удобрении озер возрастает доля животных со специализированным типом питания, увеличивается доля фитофагов, уменьшается доля хищников [5]. С помощью биоиндикации создается возможность выявления уже состоявшегося или происходящего загрязнения окружающей среды по функциональным характеристикам особей и экологическим характеристикам сообществ организмов. Постепенные же изменения видового состава формируются в результате длительного воздействия на водоем, и явными они становятся в случае далеко идущих изменений. Таким образом, видовой состав гидробионтов хозяйственно используемого водоема служит итоговой характеристикой токсикологических свойств водной среды за некоторый промежуток времени и не дает ее оценки на конкретный момент исследования.

ВЫВОДЫ

1. Исследуемые озера сходны по гидрохимическому составу и типу питания.
2. Зоопланктон исследуемых озер достаточно единообразен. Это обусловлено сходством химического состава вод исследуемых озер. Этим же обусловлено сходство по видам-доминантам в зоопланктонном сообществе.
3. Все исследуемые озера можно отнести к бета-мезосапробным экосистемам, что соответствует 3-му классу качества вод как умеренно загрязненных.
4. Индекс сапробности исследуемых озер за период с 2005 по 2009 г. значительно не менялся.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Макрушин А. В.* Биологический анализ качества вод.– Л.: ЗИН, 1974.– 60 с.
2. *Баканов А. И.* Способ ранжирования гидробиологических данных в зависимости от экологической обстановки в водоеме // Биол. внутр. вод.– 1997.– № 1.– С. 53–58.
3. *Методы биоиндикации и биотестирования природных вод.*– Л.: Гидрометеиздат, 1989.– Вып. 2.– 277 с.
4. *Алимов А. Ф., Финогенова Н. П.* Количественная оценка роли сообщества донных животных в процессах самоочищения пресноводных водоемов // Гидробиологические основы самоочищения вод.– Л.: ЗИН, 1976.– С. 5–14.

5. Левич А. П. Структура экологических сообществ. – М.: МГУ, 1980. – 181 с.

ZOOPLANKTON AND SAPROBITY OF SEPARATE FISHERY LAKES OF KURGAN REGION

O. V. Kozlov, O. V. Arshevskaya

Key words: zooplankton, fishery nature management

The paper renders the information about investigations in zooplankton of economic lakes in Kurgan region, its species variability and quantitative characteristics. The zooplankton of the lakes investigated is quite uniform and similar in dominant-species. This is determined by similar chemical composition of the investigated lakes waters.

УДК 574.622

ОСНОВЫ И СИСТЕМА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ МАЛЫХ ОЗЕР ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

О. В. Козлов, доктор биологических наук, профессор
С. В. Аршевский, кандидат биологических наук, доцент
О. В. Аршевская, старший преподаватель
Курганский государственный университет
E-mail: zoo@kgsu.ru

Ключевые слова: рыбохозяйственное природопользование, биологические ресурсы озер, зоопланктон

Рассматриваются биологические, экологические и административные основы организации озерного природопользования на территории Курганской области. Дано определение эколого-экономической системы как основы регионального природопользования.

Одной из основ рационального использования биологических и небологических ресурсов водоемов является определение основного направления использования экосистем озер, исходя из значимости эксплуатируемого ресурса. Под значимостью необходимо понимать соотношение экономической и экологической целесообразности использования того или иного компонента экосистемы, основным результатом чего является получение наибольшего экономического эффекта. Развитие промысла пресноводных ракообразных сформировало новое направление в промышленной гидробиологии континентальных водоемов. На протяжении последних 15 лет в малых озерах Ишимской равнины активно ведется промысел беспозвоночных различных систематических групп.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований являются хозяйственно эксплуатируемые системы малых озер Ишимской равнины. Популяции беспозвоночных гидробионтов подобных озер испытывают значительную нагрузку со стороны хозяйствующих

субъектов, осуществляющих промысел биологических ресурсов с той или иной степенью постоянства. Анализ многолетних данных по хозяйственной эксплуатации водоемов региона дает возможность сформировать понятие эколого-экономической системы как основы озерного природопользования региона и системы административного управления промыслом беспозвоночных на территории Курганской области.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ишимская равнина находится на юго-западе Западно-Сибирской равнины. С запада она граничит с географической границей Урала. Северной границей считается широта г. Тюмени, южная граница – северная часть Казахского мелкосопочника. Общая площадь равнины 120 тыс. км². Рельеф в целом равнинный, территория постепенно понижается со 180 м над уровнем моря на западе до 100–120 м на северо-востоке. Для исследуемой территории характерно обилие озер, что определяется ее геоморфологией и геологическим строением. Равнинность и бессточность обширных междуречных пространств обуславливает концен-

трацию влаги атмосферных осадков в замкнутых понижениях, что вместе со спецификой геологического строения определяет развитие значительного количества озер и болот, а также засоление понижений данной территории. По своему происхождению и морфологии озера Ишимской равнины можно разделить на несколько групп [1]:

– пойменно-долинные озера, образующиеся и существующие за счет работы современных рек. Возникают за счет периодического заполнения водой понижений рельефа в пределах речной долины, меандрирования русла и образования стариц;

– озера древних ложбин стока, на космических снимках четко ассоциированных с ними по своему расположению и форме. В периоды большой водности между ними может восстанавливаться временная связь, образуя пути сброса значительной массы воды в современные реки (Чумляк, Суерь, Кизак и др.);

– суффозионно-просадочные озера, идентифицируемые на плоских междуречьях. Отличаются округлой или овальной формой, небольшой площадью (обычно менее 200 га) и глубиной (2,0–3,5 м). Большинство таких озерных ванн сложено средне- и верхнечетвертичными озерными отложениями [2].

На территории равнины свыше 4 тыс. озер. Они занимают более 5% всей территории. Из всех озер 63% относятся к слабоминерализованным (до 1,0‰), 28% – к соленым (1,0–10,0‰), 8,5% – к горько-соленым (более 10,0‰). К западу от р.Тобол в Тоболо-Исетском междуречье расположено 47% озер (от общей озерной площади), в Тоболо-Ишимском междуречье – 53%. Около 60% озер в той или иной мере используются в рыбохозяйственных целях. В рыбохозяйственный фонд только Курганской области включены 1473 озера общей площадью 1386 км², из которых 24% имеют площадь 0,1–1,0 км², 47% – 1,0–10,0 км², 29% – 10,0–100,0 км².

Основными объектами промысла в водоемах Ишимской равнины являются несколько групп организмов, относящихся к ракообразным (*Gammarus sp.*, *Artemia sp.*, *Daphnia sp.*) и водным личинкам двукрылых насекомых *Chironomidae* и *Chaoboridae*. Поэтому при изучении озер основное внимание уделялось тем, которые испытывали этот тип антропогенной нагрузки.

Для определения кормовой базы водоемов и создания базы данных по ресурсному потенциалу ракообразных в озерах Ишимской равнины нами начиная с 1991 г. было обследовано более 250 озер. Использование в народном хозяйстве сырьевых ресурсов водных беспозвоночных, прежде

всего кормовых ракообразных, становится новым направлением ликвидации белкового дефицита и способом получения ценных добавок в рацион выращиваемых животных. Использование ресурса ракообразных, одного из начальных звеньев трофической цепи водоемов, значительно экономически выгоднее и экологически безопаснее, чем получение товарной рыбопродукции. Очевидно и то, что повышается интерес к более тщательному изучению ракообразных в связи с недостаточной изученностью данной группы живых организмов.

Одним из объектов наших исследований являлись хозяйственно используемые популяции одного из видов разноногих раков (*Amphipoda*) – озерного бокоплава или гаммаруса *Gammarus lacustris* G. O. Sars. *Amphipoda* – один из наиболее богатых видами отрядов подкласса высших ракообразных (*Malacostraca*), широко распространенных во всех морях, океанах и континентальных водах. Наиболее крупное семейство *Gammaridae* насчитывает около 3200 видов. Значение амфипод в водоемах многообразно. Они являются биоиндикаторами, утилизаторами первичной и отчасти вторичной продукции; трансформируют и обогащают донные осадки органическим веществом и, что наиболее важно, служат источником питания для рыб и птиц. О высокой пищевой ценности амфипод свидетельствуют не только количественные показатели их встречаемости в пищевых спектрах того или иного животного, но и результаты исследования химического состава данной группы ракообразных.

В малых озерах Ишимской равнины, по результатам наших исследований, отряд *Amphipoda* представлен одним видом – *Gammarus lacustris*. Он обладает хорошо выраженной индивидуальной и экологической (возрастная, половая, биотопическая) изменчивостью. Основными чертами, присущими этому виду и позволяющими ему широко заселять малые водоемы лесостепной зоны Ишимской равнины, являются высокая плодовитость, полифагия, эвритермность и эвриоксибионтность.

Промысел гаммарид и артемии в малых озерах Ишимской равнины ведется недостаточно широко, что можно объяснить отсутствием стабильного рынка сбыта данного вида продукции. Эта же причина лежит в основе изменения общего годового объема промысла гаммарид на территории Курганской области. За последние 20 лет отмечается цикличность в промысле данного вида биокормов при продолжительности цикла около 5 лет (рис. 1).

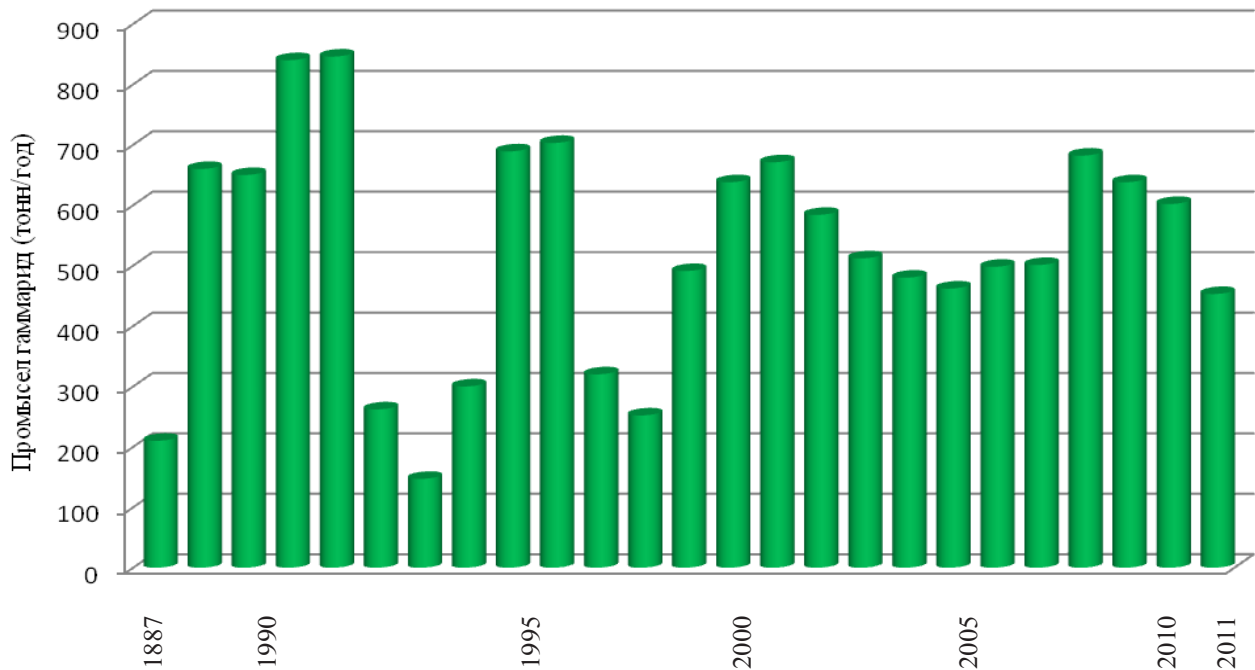


Рис. 1. Динамика промысла гаммарид на территории Курганской области

При этом разница в абсолютных цифрах общей добычи сглаживается с каждым пятилетним циклом, что говорит о некоторой стабилизации как рынка сбыта, так и структуры промысла. При планировании хозяйственной деятельности по добыче биокормов в рамках региона необходимо учитывать, что технология промысла не является активной, и вылов зависит от погодных условий, биологических и экологических особенностей популяций промысловых беспозвоночных, динамики экосистемы озера [3].

Таким образом, в озерах Ишимской равнины в значительных объемах продуцируются промысловые ресурсы беспозвоночных различных систематических групп, которые могут быть использованы как ценное биологическое сырье в рыбоводстве, животноводстве и биохимической промышленности.

Одной из основ рационального использования биологических ресурсов водоемов является определение основного направления использования экосистем озер, исходя из значимости эксплуатируемого ресурса, то есть соотношения экономической и экологической целесообразности использования того или иного компонента экосистемы, основным результатом чего является получение наибольшего экономического эффекта. В Курганской области при нашей научной поддержке и непосредственном участии сложилась система управления и регуляции промысла планктонных и бентосных беспозвоночных, которая трансформировалась, начиная с середины 90-х

годов XX в. (рис. 2) в современную систему контроля и управления промыслом.

Становление системы управления промыслом на территории региона можно условно разделить на четыре этапа. Первый – до 1988 г., второй – с 1988 г. по 1996 г., третий – с 1996 г. по 2008 г., четвертый – современный, начиная с 2008 г. по настоящее время. Промысел биокормов в озерах Курганской области в конце 80-х годов привел к необходимости его регуляции. В результате второго этапа сложилась структура, в которую вошли бассейновое управление «НижнеОбьрыбвод», Государственная инспекция рыбоохраны по Курганской области, ФГУП «Госрыбцентр» и Управление природных ресурсов и охраны окружающей среды по Курганской области.

На протяжении последующих 5 лет, на фоне проведения нами мониторинга промысла гаммарид и артемии, продолжалась структурная перестройка системы управления промыслом и перераспределение функций между существовавшими и вновь появившимися компонентами. Усложнение структуры повлекло за собой новые связи в системе управления промыслом, которые позволили усилить контролируемую функцию системы. В 2002 г. нами впервые для озер лесостепной зоны Западной Сибири подготовлены материалы по утверждению на уровне Госкомрыболовства общего допустимого улова (ОДУ) для гидробионтов (ракообразных), являющихся объектами промысла в озерах не только

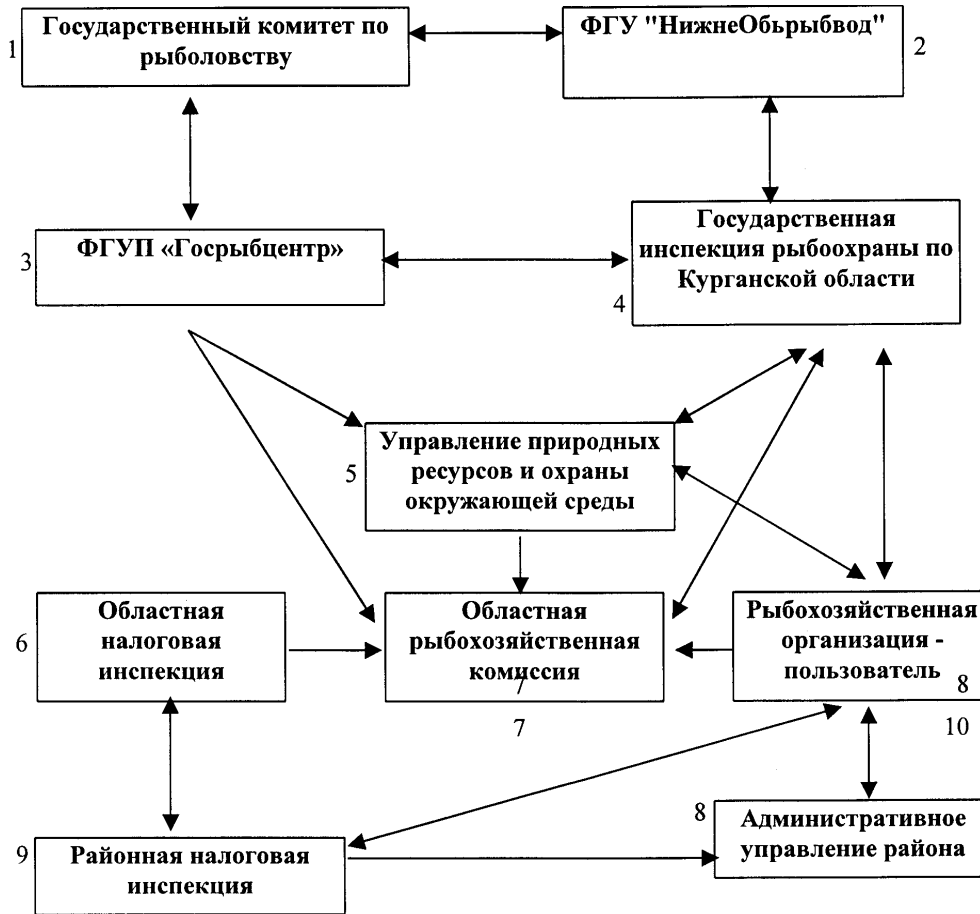


Рис. 2. Структура системы управления промыслом беспозвоночных гидробионтов на территории Курганской области (1996–2008 гг.)

Ишимской, но и всей Западно-Сибирской равнины. Существующая схема закрепления водоемов в регионе до 2008 г. не работала в полной мере, так как не были определены окончательно полномочия районных органов управления. Сейчас этот процесс осуществляется через Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Курганской области и конкурсную комиссию, в состав которой входят представители как *контрольно-управляющей*, так и *научно-информационной* частей системы.

Развитие системы управления промыслом беспозвоночных гидробионтов позволяет в последние годы стабилизировать промысел биокормов на территории Курганской области. Для создания информационной базы оценки качества и возможных направлений использования каждого из отдельно взятых биологических ресурсов малых озер их оценка производилась нами с точки зрения концепции интегрального ресурса, когда использование одного из компонентов природно-ресурсного потенциала сказывается на со-

хранении состояния и структуры, а также исходя из динамики других компонентов.

Кадастр, являясь информационной базой, отражающей большое количество абиотических и биотических показателей состояния и качества водных объектов, позволяет не только развивать имеющиеся направления, но и выбирать наиболее рациональный комплекс путей использования лимнических систем с целью оптимизации эколого-экономической нагрузки. Без кадастра невозможно рассчитывать на максимальный экономический эффект при использовании озерных экосистем Ишимской равнины. На достаточно низком уровне остается правовая база природопользования, которая при его отсутствии регламентирует только пути и масштабы использования ресурса, но никак не его экономическую оценку, что приводит к нерегулируемому и нецелевому использованию ресурсного потенциала озер, при этом стоимость таких ресурсов как *A.salina* и *G.lacustris* определяется спросом на рынке сбыта. Решение проблем, связанных с природопользованием, на сегодняшний день является одним из наибо-

лее актуальных направлений исследований как со стороны экономической эффективности природопользования, так и с точки зрения воздействия тех или иных способов природопользования на экосистемы.

В ходе проведенной нами работы детализировано понятие эколого-экономической системы [4, 5], которая представляет собой совокупность естественно взаимосвязанных экологических, социальных и хозяйственных компонентов, сложившихся на определенной территории, объединенных интегральным использованием их ресурсного потенциала, и приводящую к экологической оптимизации функционирования каждого из структурных элементов системы при наименьшем эколого-экономическом ущербе для них и высокой экологической устойчивости системы в целом.

ВЫВОДЫ

1. Особенности структуры зоопланктонных сообществ малых озер региона, динамика популяционных показателей основных представителей зоопланктона и зообентоса, изменение направления и интенсивности эксплуатации озерных экосистем определяют экологическую и экономическую эффективность использования ресурсов беспозвоночных животных в озерах региона.
2. На основании формирования ОДУ, конкурсной системы закрепления водоемов и регуляции промыслового усилия, базирующегося на научных рекомендациях, в регионе сформирована эффективно действующая система контроля и управления промыслом беспозвоночных.
3. Используя многолетний опыт в сфере озерного природопользования, сформулировано понятие эколого-экономической системы применительно к малым озерам региона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поползин А. Г. Озера юга Обь-Иртышского бассейна.– Новосибирск: Наука: Сиб. отд-ние, 1967.– 350 с.
2. Закожурников В. П. Комплексная геологическая карта Курганской области. М. 1:200000.– Курган, 1987.
3. Исаков Ю. А., Казанская Н. С., Тишков А. А. Зональные закономерности динамики экосистем.– М.: Наука, 1986.– 150 с.
4. Козлов О. В., Христоролюбовский В. С. Эколого-экономические системы озер: стабильность и роль в развитии территорий // География и регион. II. Физико-географические основы хозяйствования, здоровья и отдыха: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (30 сент.–4 окт. 2002 г., г. Пермь) / Перм. ун-т.– Пермь, 2002.– С. 45–49.
5. Козлов О. В., Садчиков А. П. Стратегия развития промысла ракообразных в малых озерах Ишимской равнины // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отдел биологический.– 2007.– Т. 112, вып. 1.– С. 48–55.

THE SYSTEM AND BASICS OF NATURE MANAGEMENT OF ECOLOGIC ECONOMIC SYSTEMS OF WEST SIBERIA'S SMALL LAKES

O. V. Kozlov, S. V. Arshevsky, O. V. Arshevskaya

Key words: fishery nature management, biological resources of lakes, zooplankton

The article considers biological, ecological and administrative basics of organization of lake nature management on the territory of Kurgan region. It gives the definition for ecologic economic system as the basis of regional nature management.

УДК 574.6

ЗООПЛАНКТОН МАЛЫХ ОЗЕР КРАСНОЗЕРСКОГО РАЙОНА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

И. В. Морузи, доктор биологических наук

Е. В. Пищенко, доктор биологических наук

Л. А. Осинцева, доктор биологических наук

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: moryzi@ngs.ru

Ключевые слова: озера, температура воды, зоопланктон, биомасса, обилие

Малые озера Новосибирской области обладают высокой продуктивностью. Естественная кормовая база по зоопланктону оценивается от 0,1 до 16 г/м³. Многие из них пригодны для однолетнего выращивания рыбы.

Краснозерский район Новосибирской области расположен в центре Кулундинской зоны. Среднегодовая температура воздуха положительная: 0,1...0,4 °С, средняя температура июля равна 19,3 °С, января от –19,2 до –19,6 °С. Заморозки начинаются в сентябре и заканчиваются в последней декаде мая.

Холодный период длится 174–179 дней. Теплообеспеченность вегетационного периода выражается следующими суммами температур: 2200–2300 >5 °С, 1900–2100 >10 °С, 1300–1500 >15 °С.

Цель исследований – оценить продуктивность озер Барабинской степе по сообществу зоопланктона.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования были проведены в октябре-ноябре 2006 г. и феврале-марте 2007 г. на озерах Краснозерского района Новосибирской области. Всего было обследовано 32 озера разной площади – от 15,5 до 690,4 га. Площади озер были уточнены на момент исследования с использованием Программы Google по снимкам с космических станций, проведенных августе 2006 г.

Количество растворенного в воде кислорода определяли термооксиметром торированным по методике Винклера [1].

Видовой состав и биомассу гидробионтов изучали по известным методикам [2]. Использовались определители по низшим ракообразным А. А. Бенинга [3], по ветвистоусым ракообразным – Е. Ф. Мануйловой [4], по веслоногим – В. М. Рылова, коловраткам – Л. А. Кутиковой [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При обследовании озер отмечено значительное уменьшение их площади в сравнении с приводимыми ранее данными. Фактические площади озер, измеренные нами, представлены в табл. 1.

Из исследованных озер 40,6% составляют мелкие озера площадью от 12 до 50 га. Только 15,7% приходится на крупные озера площадью более 100 га (табл. 2).

Наиболее обширную прибрежную полосу имеют озера площадью от 12 до 50 га, в среднем 68,38%, в крупных озерах прибрежная полоса, заросшая высшей водной растительностью, составляет от 7,27 до 43,63%.

В связи с высоким уровнем производства органического вещества и отсутствием его выноса в виде рыбной продукции в этих озерах сохраняется напряженный кислородный режим с низким его содержанием у дна. В 31,25% озер района содержание кислорода в придонных слоях лежит в пределах от 0,43 до 0,9 мг/л. Среди озер площадью до 50 га 55,55% имеют содержание кислорода в придонных слоях менее 1 мг/л. В озерах величиной 50–100 га около 30% имеют заморную зону у дна (табл. 3).

Только 12,5% из обследованных озер района благополучны в осенний период по кислородному балансу.

Особенности озерного зоопланктоценоза озер Краснозерского района изучены в 2000, 2006 и 2007 гг. В них выявлено 26 таксонов зоопланктеров. Коловраток – 9, наиболее часто встречались *Keratella quadrata*, *Brachionus calyciflorus*, *Filinia longiseta*. Коловратки составляли в биоценозе 11,31%.

ЖИВОТНОВОДСТВО

Таблица 1

Гидрологическая характеристика озер

№ п/п	Озеро	Общая площадь, га	Глубина, м	Площадь водного зеркала, га	Зарастаемость, %
1	Льянное (с. Коневе)	59,6	1,0	38,6	35,23
2	Рыбное (с. Коневе)	146,1	1,4	45,8	68,65
3	Баганское	12	0		100,0
4	Лебяжье	88,1	0,78	13,59	84,57
5	Артельное	117,8	0,95	15,5	86,84
6	Раны	118,5	0,73	15,6	86,84
7	Бакланье	35,9	0,83	19,2	46,52
8	Колотухино	77,6	1,27	22,4	71,13
9	Чистенькое	57,1	0,92	24,2	57,62
10	Куринастое	96,5	1,1	27,8	71,19
11	Заворотное	252,4	0,72	37,7	85,06
12	Сибирское	104,2	0,67	43,7	58,06
13	Топкое	81,1	0,87	44,5	45,13
14	Носково	106,1	0,7	47,4	55,33
15	Абаково	183,5	0,91	50,9	72,26
16	Рыбное	80,4	1,54	56,6	29,60
17	Сарпайкино	104,3	0,9	57,6	44,77
18	М.Коневское	161,1	1,12	60,8	62,26
19	Веселое	153,8	1,07	62,3	59,49
20	Глубокое	174,5	0,68	71,7	58,91
21	Плоское	264,8	0,84	83,3	68,54
22	Льянное (с. Лобино)	410,1	0,74	83,7	79,59
23	Голенькое	148,3	1,05	89,8	39,45
24	Сидорово	120,4	1,03	90,8	24,58
25	Букашкино	242	1,22	92,1	61,94
26	Чистое	278,6	0,87	118,5	57,47
27	Половинное	141,2	1,5	123,8	12,32
28	Карасево	215,3	1,5	137,5	36,14
29	Деревенское	220,1	2,44	144,8	34,21
30	Урюпинское	472,4	0,47	266,3	43,63
31	Митино	588,3	1,5	375	36,26
32	Светловское	744,5	1,18	690,4	7,27
33	Чистенькое	57,1	0,92	24,2	57,62

Таблица 2

Соотношение между озерами разной площади и их зарастаемостью

Площадь озер, га	Соотношение, %	Зарастаемость, %	
		средняя	lim
От 12 до 50	40,6	68,38	45,13–86,84
51–100	31,2	52,91	24,58–72,59
101–150	12,5	35,03	12,32–57,47
150 и более	15,7	29,05	7,27–43,63

Таблица 3

Содержание кислорода в воде в придонных слоях

Показатели	Содержание кислорода в воде, мг/л		
	до 1	1–2	более 3
	Отношение, %		
В целом по озерам Краснозерского района	31,25	18,75	12,5
Площади озер, га	-	-	-
0–50	55,55	22,22	22,22
50–100	30	20	50
100–150	25	25	50
150 и более	66,66	-	33,34

Таблица 4

Биомасса и удельное обилие зоопланктона (озера до 50 га)

Показатели	Носково	Топкое	Сибирское	Льяное (Конево)	Раны	Чистенькое	Куриное	Заворотное	Колотухино	Лебяжье	Абаково	Рыбное (Конево)
Общая биомасса, г/м ³	0,003	0,22	0,24	0,44	0,93	1,20	1,46	1,65	3,44	3,87	6,81	11,89
Rotatoria	0,0000	0,004	0,0002	0,0049	0,0005	0,0009	0,0005	0,001	0,001	0,0290	0,07	0,007
Cladocera	0,0021	0,19	0,22	0,4327	0,928	1,2027	1,46	1,643	3,45	3,8353	6,74	11,88
Copepoda	0,0007	0,023	0,014	0,0010	0,0052	0,0009	0,004	0,001	0,004	0,0041	-	0,0008
Удельное обилие%												
Rotatoria	1,115	1,96	0,067	1,1204	0,053	0,0731	0,032	0,041	0,018	0,749	1,06	0,059
Cladocera	75,10	87,55	94,19	98,65	99,34	99,86	99,69	99,85	99,86	99,15	98,94	99,94
Copepoda	23,79	10,48	5,74	0,22	0,56	0,07	0,28	0,07	0,12	0,11	-	0,0069
Продукция, кг/га	0,23	22,84	18,92	63,15	81,79	132,9	193,1	142,1	528,3	362,1	744,1	2196,9

Таблица 5

Удельное обилие зоопланктона в озерах 50–100 га

Показатель	Сарпайкино	Веселое	Голенское	Сидорово	М. Коневское	Букашкино	Глубокое	Рыбное	Льяное (Лобино)	Сарпайкино
Биомасса, г/м ³										
Rotatoria	-	0,012	-	-	0,0002	0,001	-	0,002	-	-
Cladocera		0,103	0,418	0,501	1,524	2,362	5,694	5,998	16,039	-
Copepoda	0,046	0,005	0,001	0,013	0,004	0,007	0,0004	0,006	0,001	0,046
Удельная биомасса, %:										
Rotatoria	-	10,28	0,05	-	0,0003	0,06	-	0,04	-	-
Cladocera	-	85,94	99,75	97,45	99,74	99,64	99,99	99,86	99,997	-
Copepoda	99,67	3,78	0,20	2,55	0,26	0,30	0,01	0,10	0,003	99,67
Продукция, кг/га	4,95	15,42	52,80	63,51	210,87	347,09	464,69	879,31	1424,30	4,95

Среди ветвистоусых преобладали *Daphnia longispina* и *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*. Всего 12 таксонов.

Рассмотрим комплекс зоопланктона в озерах площадью до 50 га. В его структуре численность *Cladocera* составляла 35,78% с колебаниями от 2,4 до 87,27%.

Комплекс *Copepoda* нами определялся до рода и был представлен р. *Cyclops* и р. *Diaptomus*. В озерах до 50 га они составляли от 1,43 до 57,69%.

Основу биомассы составляли *Cladocera*, в отдельных озерах более 99% (табл. 4) Наиболее высокой была биомасса *Daphnia* в оз. Коневое – 11,0 г/м³, наименьшая в оз. Сибирское – 0,11 г/м³. В озере Абаково основу биомассы составляли *Bosmina longirostris* (2,47 г/м³) и *Ceriodaphnia reticulata* (3,76 г/м³).

Продукция зоопланктона в этих озерах колебалась в широких пределах – от 0,23 до 2196,86 кг/га.

В группе озер площадью от 56,6 до 90,8 га по численности преобладали *Cladocera*. В отдельных озерах, таких как Льяное (адм. Лобино) и Глубокое, их численность составляла 99,99%. Основу ветвистоусых составляли роды *Daphnia*, *Bosmina* и *Chydorus sphaericus*. Среди коловраток преобладали организмы родов *Keratella* и *Brachionus*. Удельная встречаемость *Rotatoria* в среднем была 2,39%. Веслоногие представлены в основном *Cyclops sp.*, в отдельных озерах они составляли до 95,45% численности в сообществах.

Основу биомассы зоопланктона составляли *Cladocera* (табл.5). Их биомасса колебалась от 16,09 до 0,1 г/м³. На долю *Copepoda* и *Rotatoria* приходилось 0,9 и 2,0% соответственно. Их био-

масса в среднем по озерам составляла: *Copepoda* 0,0004 до 0,046 г/м³, *Rotatoria* – 0,0002–0,012 г/м³.

В озерах площадью от 100 до 150 га преобладали *Cladocera*. Особенно обильно они были представлены в озерах Чистое и Карасево, вместе с тем в этих же озерах отмечено незначительное количество коловраток.

В среднем до 95,34% биомассы в озерах приходится на долю ветвистоусых ракообразных. При этом в оз. Чистое очень низкая численность коловраток и веслоногих ракообразных. Они практически не играют роли в создании биомассы (табл. 6).

Таблица 6

Биомасса и удельное обилие зоопланктона в озерах 100–150 га

Показатель	Озеро				Среднее
	Половинное	Деревенское	Карасево	Чистое	
Биомасса, г/м ³	0,01	0,13	0,82	12,32	-
<i>Rotatoria</i>	0,0000001	-	-	0,0000867	0,00004
<i>Cladocera</i>	0,0036	0,12	0,79	12,32	3,31
<i>Copepoda</i>	0,0002	0,01	0,03	0,0003	0,01
<i>Удельная биомасса, %:</i>					
<i>Rotatoria</i>	0,001	-	-	0,001	0,001
<i>Cladocera</i>	95,34	91,68	96,61	100,00	95,34
<i>Copepoda</i>	4,65	8,32	3,39	0,0025	4,65
Продукция, кг/га	1,80	37,47	147,57	1286,25	368,27

ВЫВОДЫ

1. Для изученной группы озер характерен комплекс зоопланктона, основу которого состав-

ляют *Cladocera*. Рыбопродуктивность колеблется в широких пределах и может составлять от 5 до 420 кг/га.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шишкина Л. А. Гидрохимия.– М.; Л. Гидрометеиздат, 1974.– 287 с.
2. Жадин В. И. Общие вопросы, основные понятия и задачи гидробиологии пресных вод // Жизнь пресных вод СССР.– М.; Л., 1950.– Т.3.– С. 7–112.
3. Бенинг А. А. Кладоцера Кавказа.– Тбилиси: Грузмедгиз, 1941.– 384 с.
4. Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые рачки (*Cladocera*) фауны СССР// Определитель фауны СССР.– Л., 1964.– Т. 88.– 326 с.
5. Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР (*Rotatoria*) // Определители по фауне СССР.– Л., 1970.– Т. 104.– 742 с.

ZOOPLANKTON OF SMALL LAKES IN KRASNOOZERSKY AREA OF NOVOSIBIRSK REGION

I. V. Moruzi, E. V. Pishchenko, L. A. Osintseva

Key words: lakes, water temperature, zooplankton, biomass, plenty

Small lakes of Novosibirsk region have high productivity. Natural feed base of zooplankton is estimated and makes up from 0.1 to 16 g/m³. Many of the lakes are fit for a single year fish breeding.

УДК 639.2.053.4; 639.2.052.21/639.3.034

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА В НЕКОТОРЫХ ОБЛАСТЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А. Г. Незавитин, доктор биологических наук, профессор
И. В. Морузи, доктор биологических наук, профессор
Д. В. Кропачев, кандидат биологических наук
Е. В. Пищенко, доктор биологических наук, профессор
В. Л. Петухов, доктор биологических наук, профессор
 Новосибирский государственный аграрный университет
 E-mail: epishenko@ngs.ru

Ключевые слова: рыбоводство, рыбопитомники, рыбопосадочный материал, рыбопродуктивность, карп, племенные хозяйства

Рассматриваются вопросы современного экономического состояния рыбоводства во внутренних водоемах Западной Сибири. Отмечается, что в настоящее время наблюдается снижение производства рыбы в товарных хозяйствах, связанное в основном с недостатком рыбопосадочного материала.

Товарное рыбоводство начало развиваться в Сибири с 30–40 годов XX в. К 1990 г. в отрасли была создана крупная производственная база, и за счет прудового хозяйства получено до 1/3 рыбы, выловленной во внутренних водоемах. Основные усилия в отрасли направлены на совершенствование продуктивных качеств рыб: увеличение скорости роста за счет высокой интеграции использования естественной и искусственной пищи, повышение жизнестойкости и устойчивости к заболеваниям, сокращение сроков полового созревания, повышение интенсивности массонакопления и плодовитости.

Отмечается, что в настоящее время наблюдается снижение производства рыбы в товарных хозяйствах, связанное в основном с недостатком рыбопосадочного материала.

Целью нашей работы являлись поиск и обоснование методов увеличения производства рыбопосадочного материала для нужд товарного рыбоводства.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Прудовое рыбоводство позволяет с меньшими затратами получать продукцию животного происхождения. Кроме того, биологическая ценность белка рыб превышает ценность белков коровьего молока и теплокровных животных.

По данным специалистов Росрыбхоза, из потомства одной самки карпа, полученного за один год, вырастает 30–50 т товарной рыбы (табл. 1).

Таблица 1

Срнительные экономические показатели животноводства и прудового рыбоводства

Отрасль животноводства	Себестоимость 1 кг прироста продукции, руб.	Рентабельность, %	Прибыль, коп/кг	Удельные капиталовложения, тыс.руб/т	Производство валовой продукции в расчете 1т к.ед. на 1 руб.	Репродукция, т/год на 1 самку
Прудовое рыбоводство	1,12	40	45	3,8	490	100
Крупный рогатый скот	2,8	0,1	0,2	4,5	273	0,5
Свиноводство	2,09	3	6	5,0	273	2
Птицеводство	1,85	16	29	5,4	273	0,4

В России эта отрасль стала интенсивно развиваться с 1958 г., когда было принято постановление Правительства о развитии рыбоводства в системе сельского хозяйства. В 60–80-х годах была создана база для успешного развития прудового рыбовод-

ства, построены рыбопитомники и полносистемные хозяйства, проведена реконструкция уже построенных прудов. С первых лет существования прудовое рыбоводство здесь развивалось при непосредственном государственном контроле и фи-

нансовой поддержке. В настоящее время прудовый фонд значителен. В Новосибирской области на землях сельскохозяйственных и промышленных предприятий свыше 7,5 тыс. га прудов и искусственных водоемов различного назначения. Площадь специализированных рыбоводных прудов составляет 2,8 тыс., в Алтайском крае 2,64 тыс. га.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для успешного разведения и выращивания созданных высокопродуктивных стад карпа организованы 3 племенных предприятия: племрыбхоз АОЗТ «Зеркальное», государственное предприятие племрыбхоз «Рыбное» Алтайского края и ГПРХ «Приволье» Новосибирской области. Общая площадь прудов на племенных участках этих хозяйств составляет 339 га («Зеркальное» – 93, «Рыбное» – 154, «Приволье» – 92 га). ООО «Маяк» Алтайского края имеет цех воспроизводства карпа мощностью 200 млн личинок в год.

Производственная мощность рыбоводников в племенных хозяйствах 9 млн годовиков в год.

В производственных питомниках и нагульных прудах с применением гранулированных рыбных кормов и удобрения рыбопродуктивность по выростным прудам колебалась от 1,0 до 1,4 т/га, а по нагульным прудам в хозяйстве-оригинаторе племрыбхозе «Зеркальный» в 1986–1990 гг. в среднем составила 1,7 т/га. Затраты корма на прирост массы рыбы были в среднем 2,52 т/га, что ниже норматива на 37%. О роли селекционно-племенной работы можно судить, сравнивая результаты выращивания рыбопосадочного материала карпа в рыбхозе «Таврический» Омской области, где выращивают беспородного карпа, и племрыбхоза «Рыбный» Алтайского края, где выращивают алтайского зеркального карпа. Природные условия сходные. Средняя рыбопродуктивность за 5 лет в рыбхозе «Таврический» была 636 кг/га, а в «Рыбном» 732 (выше на 15%). Затраты комбикорма в «Таврическом» были 3,65 кг на 1 кг прироста массы сеголетков и превышали этот показатель по «Рыбному» на 54,2% (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная оценка хозяйственной деятельности рыбхозов, 2008 г.

Показатель	«Таврический» Омской области	«Рыбный» Алтайского края	«Маяк» Алтайского края	Различия по хозяйствам, %
Рыбопродуктивность, кг/га	636	733	567	15,2
Кормовой коэффициент, кг/кг	3,65	2,37	1,8	54,2
Плотность посадки, тыс/га	28,9	31,73	15	9,9
Масса сеголетков, г	20,96	23,22	36	10,8

Резкий экономический спад производства в РФ сказался и на созданной за предшествующие 40 лет отрасли прудовое рыбоводство. В 1990 г. в Алтайском крае прудовой рыбы произведено 1,1 тыс. т, речной и озерной – 0,98. Доля прудовой рыбы составляла 51%. В 1996 г. в прудах было произведено только 378 т. Объем производства за 5 лет снижен в 2,9 раза. В Новосибирской области в 1988–1991 гг. в среднем в год в прудах производили 922,3 т рыбы, а в 1996 г. только 282,2 т. В 1988–1991 гг. в общем объеме производства рыбы из местных водоемов прудовая рыба составляла 24%, а в 2008 г. всего 2%.

В Алтайском крае объем реализации рыбопосадочного материала личинок и мальков составлял 120 и 98 млн сеголетков – 540 тыс., годовиков – 5,88 млн.

В 1996 г. было реализовано личинок и мальков 36 млн, годовиков – 1,8 млн. Снижение составило соответственно 2,72 и 3,3 раза. Аналогичное сни-

жение производства отмечено и в Новосибирской области. В 1991 г. производство годовиков было доведено до 8,7 млн, а в 1996 г. на тех же площадях выращено только 2,6 млн. Производство снижено на 56%. К 2008 г. производство рыбопосадочного материала снижено до 20 т, или до 1 млн шт.

В производстве рыбопосадочного материала отмечается резкое снижение. Если с 1988 по 1991 г. произведено в среднем 4,23 млн годовиков, то к 1996 г. этот показатель уменьшился в 3,2 раза и составил 1,3 млн (табл. 3).

Резкое снижение производства прудовой рыбы в последние годы произошло в период экономической реформы в России за счет диспаритета цен на корма, удобрения, специализированные средства механизации, электроэнергию и другие материально-технические средства и продукцию рыбоводства. Многие хозяйства, имеющие только нагульные пруды, в связи с кризисной ситуацией не имели средств для приобретения рыбопосадоч-

Сравнительные показатели отрасли

Показатели	Алтайский край	Новосибирская область
Площадь специализированных рыбоводных прудов, тыс. га:	6,8	7,5
пригодных для использования в прудовом рыбоводстве	2,64	2,8
фактически используемых	1,01	0,98
Производство товарной рыбы по годам, т:		
1988–1991	1100	922,3
1996	314	282,3
2008	118	56
Доля прудовой рыбы в общем объеме ее производства, %:		
1991–1995	51	24
1996	17,5	8,29
2008	0,8	1,0
Рыбопродуктивность нагульных прудов, ц/га:		
1988–1991	9,8	5,8
1996	9,8	5,6
2008	3,4	1,2
Производство годовика карпа, т:		
1987–1991	58,8	4,8
1996	18,0	2,6
2008	12,0	12,0
Рыбопродуктивность выростных прудов, т/га:		
1987–1991	0,83–1,7	0,68–1,4
1996	0,3	0,2
2008	0,3	0,2

ного материала и прекратили выращивание товарной рыбы. Из семи специализированных рыбоводных хозяйств в Алтайском крае сохранились только 4, из них 2 племенных.

В сложившейся обстановке наиболее стабильной экономикой обладают многоотраслевые хозяйства. В связи с тем, что производство носит сезонный характер, в хозяйствах, занимающихся только рыбой, поступление денежных средств также сезонное. Это отрицательно сказывается на их экономке. В тех же хозяйствах, где есть другие отрасли, средства от реализации поступают в течение всего года, возможностей для создания устойчивой экономики больше. Особенно в хозяйствах, занимающихся выращиванием зерна. Хорошим примером может быть племрыбхоз ООО «Маяк» Алтайского края. Рыбу здесь кормят зерном, выращенным в своём хозяйстве, и за счет этого ее производство рентабельно.

ВЫВОДЫ

Для подъема прудового рыбоводства необходимо:

1. Полное использование прудовых площадей в хозяйствах.
2. Увеличение продуктивности действующих прудов за счет соблюдения технологии выращивания рыбы, качества рыбопосадочного материала и кормов.
3. Восстановление и создание новых племенных рыбоводных хозяйств для производства высокопродуктивного посадочного материала.
4. Развитие подсобных отраслей в специализированных рыбоводных хозяйствах.
5. Создание живорыбных баз для передержки рыбы.
6. Подготовка высококвалифицированных специалистов рыбоводов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Иванова З. А., Моружи И. В., Пищенко Е. В.* Новая высокопродуктивная порода рыб алтайский зеркальный карп.– Новосибирск: НГАУ, 2007.–302 с.
2. *Иванова З. А., Моружи И. В.* Селекция в рыбоводстве Западной Сибири // Рыбоводство и рыболовство.– 1995.– № 3, 4.– С.8–10.

3. *Иванова З. А., Морузи И. В., Жданова Н. И. и др.* Повышение репродуктивных качеств алтайского карпа при заводском воспроизводстве: рекомендации / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИПТИЖ.– Новосибирск, 1989.– 28 с.
4. *Иванова З. А., Морузи И. В., Пищенко Е. В.* Алтайский зеркальный карп – новая высокопродуктивная порода прудовых рыб.– Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2002.– 204 с.

ECONOMIC CONDITION OF POND FISHERY IN SOME REGIONS OF WEST SIBERIA

A. G. Nezavitin, I. V. Moruzi, D. V. Korpachev, E. V. Pishchenko, V. L. Petukhov

Key words: fishery, fish nurseries, fish stock, carp, breed farms

The issues of modern economic conditions of fishery are examined in internal water bodies of West Siberia. It is marked that at present, the decrease is observed in fishes production on commercial farms. This is largely caused by the deficiency of fish stocks.

УДК: 639.3:631.95

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МЫШЦАХ СУДАКА (*STIZOSTEDION LUCIOPERCA*)

В. Л. Петухов, доктор биологических наук

И. С. Миллер, аспирант

О. С. Короткевич, доктор биологических наук

Новосибирский государственный аграрный университет

Email: vpetukhov@ngs.ru

Ключевые слова: тяжелые металлы, мышцы, судак, корреляции

Изучено содержание тяжелых металлов (Fe, Zn, Cu, Pb, Cd) в мышечной ткани судака. Уровни изученных химических элементов в мышцах представляют собой убывающий ряд: Fe>Zn>Cu>Pb>Cd. В воде Обского водохранилища в районе вылова судака содержание Fe было незначительно выше ПДК (в 1,06 раза). Между уровнями химических элементов в мышцах в основном выявлены положительные корреляции.

В последние годы антропогенное загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами становится одной из ощутимых угроз для всех живых организмов, включая человека [1]. Большинство металлов являются естественными компонентами среды, участвуют во множестве энзиматических реакций при жизнедеятельности организмов, и их недостаток иногда столь же вреден, как и избыток [9]. При избытке проблема усугубляется способностью тяжелых металлов накапливаться и длительное время удерживаться на всех уровнях экологической пирамиды, что может привести к отдаленным эффектам, так как многие металлы являются канцерогенными и мутагенными веществами [1]. Отрицательный эффект взаимодействия тяжелых металлов с внутриклеточными системами связан с такими процессами, как: 1) вытеснение необходимых металлов токсичными; 2) связывание части макромолекул, необходимых для нормального функционирования клетки; 3) образование токсических комплексов;

4) деполимеризация макромолекул; 5) нарушение функционирования хромосомного аппарата и др. [10]. К элементам с высокой степенью токсичности относятся Cu, Cr⁵⁺, Cd, Hg (их ПДК_{рх} в поверхностных водах 0,5–1,0 мг/л), а также As, Co, Ni, Pb (их ПДК_{рх} 10 мкг/л) [2]. К сверхопасным (период полувыведения более 10 суток) для рыб (как морских, так и пресноводных) относят: Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Se, Ag, Cd, Hg, Tl, Pb [3].

Информация об уровне содержания и характере накопления металлов в тканях и органах рыб может быть использована в качестве одного из индикаторов степени загрязнения водоемов этими элементами, а также при оценке их миграции в экосистемах [14]. Знания о составе и количестве металлов в тканях (прежде всего мышечной) промысловых рыб имеют важное практическое значение в связи с необходимостью нормирования их в рыбопродуктах [15].

Цель исследований – изучить содержание тяжелых металлов в мышцах судака.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Работа выполнена на базе лаборатории биохимии ГНУ СибНИИЖ Россельхозакадемии. Объектом исследования был судак обыкновенный в возрасте 3–4,4 года. Судак пойман в период с ноября по декабрь 2011 г. в Новосибирском водохранилище. Для исследования были взяты 20 проб мышечной ткани (по 100 г каждая).

Полученные данные обработаны методом вариационной статистики на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Excel.

**РЕЗУЛЬТАТЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Данные о содержании тяжелых металлов (Cd, Pb, Fe, Cu, Zn) в мышцах судака обыкновенного представлены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в мышцах, мг/кг

Элемент	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	Cv	lim	Отношение крайних вариантов
Cd	0,0083±0,001	0,052	63,2	0,0025–0,0192	1:7,7
Pb	0,0769±0,008	0,036	47,5	0,0362–0,1654	1:4,6
Fe	31,84±3,51	15,32	48,1	15–70	1:4,6
Cu	3,055±0,300	1,34	43,9	1,2–5,8	1:4,8
Zn	19,23±0,645	3,88	15,0	15–26,2	1:1,8

Выявлены значительные различия по уровню аккумуляции тяжелых металлов в мышцах судака.

Концентрации Pb, Cd, Cu и Zn варьируют в пределах нормативных санитарных требований [8]. Однако по Fe наблюдалось небольшое превышение – в 1,06 раза. По-видимому, это связано с негативным антропогенным влиянием на экосистему водоема. Наблюдалась высокая фенотипическая изменчивость уровня кадмия и относительно низкая – цинка.

Сравнивая полученные данные с данными П.А. Попова [6], исследовавшего судака в Новосибирском водохранилище в октябре 1994 г., мы обнаружили, что в мышцах судака, выловленного в октябре – ноябре 2011 г., концентрация Fe увеличилась в 4,08 раза, Cu – в 10,2, Zn – в 3,0 раза. Концентрация Pb при этом уменьшилась в 9 раз. Если проанализировать данные по судаку, выловленному П.А. Поповым совместно с соавт. из Новосибирского водохранилища в августе 1998 г., и полученные нами данные, то можно увидеть, что в мышцах судака, выловленного нами в 2011 г., концентрация Fe увеличилась в 1,18 раза, Cu – в 1,3, Zn – в 1,9, Pb – в 8 раз. То есть наблюдалась тенденция возрастания концентрации таких металлов, как Fe, Cu, Zn.

Колебания обнаруживались при сравнении концентраций свинца в разные периоды. Если в 1994 г. его количество было значительным, то в 1998 г. наблюдалось резкое снижение, а в 2011 г., вновь повышение. Увеличение концентрации того или иного металла может иметь место при относительно невысоком содержании их в водоеме в случае резкого или хронического

изменения условий среды по таким параметрам, как: закисление, аномально высокие температуры, загрязнение водоема органическими и другими соединениями или ослабленное состояние рыб при инфекционных, паразитарных и иной этиологии заболеваний.

Содержание металлов в мышечной ткани судака Новосибирского водохранилища, по нашим данным, уменьшается в ряду: Fe>Zn>Cu>Pb>Cd. По данным П.А. Попова, в 1994 г. этот ряд выглядел так: Fe>Zn>Pb>Cu>Mn>Cd. В 1998 г. это соотношение было идентично нашему ряду. В судаке доминировали железо, цинк и медь, что соответствует данным Н.П. Морозова и др. по аналогичным рядам тяжелых металлов в мышцах морских рыб [5]. В то же время, например, в мышцах судака югославского участка Дуная содержание металлов изменялось следующим образом: Zn>Cu>Pb>Cd>Fe>Mn [4]. По данным И.А. Глазуновой, в судаке Верхней Оби этот ряд выглядит так: Fe>Zn>Mn>Cu>Pb>Cd. Это, видимо, связано с влиянием антропогенного фактора и, как следствие, с разными концентрациями тяжелых металлов в воде изучаемых водоемов.

Распределение тяжелых металлов характеризуется неоднородностью, что зависит от физико-химических свойств самих элементов и функциональных особенностей мышц (табл. 2).

Уровень кадмия положительно коррелировал с марганцем ($r=0,57$) и в меньшей степени с цинком ($r=0,47$) и железом ($r=0,41$). Следовательно, кадмий способствовал аккумуляции некоторых химических элементов.

Таблица 2

Корреляция между исследуемыми уровнями тяжелых металлов

Коррелирующие элементы	Корреляция, r
Cd-Fe	0,408
Cd-Mn	0,570
Cd-Zn	0,467
Pb-Fe	0,550
Mg-Mn	-0,429
Fe-Cd	0,408
Fe-Pb	0,550
Fe-Mn	0,889
Zn- Cu	-0,350

Данные о влиянии цинка на распределение кадмия часто противоречивы [11, 13]. С одной стороны, соотношение кадмия и цинка проявляет антагонистический характер. Между тем в ряде исследований отмечено, что при отсутствии цинка в рационе в печени не синтезируется цинк-тионеин, являющийся одним из основных рецепторов кадмия, и, как следствие, снижается накопление кадмия в этом органе. Кроме того, *in vitro* кадмий активировал несколько цинкозависимых ферментов: триптофан оксигеназу, ДАЛК-дегидратазу, карбоксипептидазу.

Отрицательная корреляция наблюдалась между марганцем – магнием ($r = -0,43$). Как марганец, так и магний защищают организм от инфекции, оказывая влияние на иммунную защиту организма. Очевидно, недостаток марганца влечет за собой недостаток магния.

Выявлена высокая положительная корреляция железа с марганцем ($r = 0,89$), что, вероятно,

связано с их необходимостью для эритропоэза и образования гемоглобина. В меньшей степени железо коррелировало со свинцом ($r = 0,55$) и кадмием ($r = 0,41$), что может свидетельствовать об ответной защитной реакции организма.

Уровень цинка отрицательно коррелировал с медью ($r = -0,35$). Недостаточность меди в организме нередко носит вторичный характер вследствие того, что цинк препятствует ее поглощению. При этом возникают нарушения в костной ткани (остеопороз), теряется эластичность артерий, нарушается синтез гемоглобина.

ВЫВОДЫ

1. Наблюдалась тенденция возрастания в Новосибирском водохранилище концентрации таких металлов, как Mn, Fe, Cu, Zn.
2. Уровни тяжелых металлов в мышцах судака представлены в виде ранжированного ряда: Fe>Zn>Cu>Pb> Cd.
3. Ранжированные ряды тяжелых металлов в мышцах морских рыб и в мышцах пресноводных костистых рыб совпадают.
4. Концентрации Pb, Cd, Cu и Zn в мышцах судака варьировали в пределах нормативных санитарных требований.
5. Наблюдалось небольшое превышение в воде ПДК по Fe, в 1,06 раза.
6. Уровень кадмия положительно коррелировал с цинком и железом, а уровень железа – с марганцем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрусихина И.Н., Андрейченко С.В., Голуб И.А. Ихтиофауна р. Днепр как биоиндикатор загрязнения экосистемы тяжелыми металлами // Актуальные проблемы транспортной медицины.– 2005.– № 1.– С. 106.
2. Беспамятов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде – Л., 1985.– С. 163.
3. Врочинский К.К., Перевозников М.А. Ихтиотоксикологическая характеристика химических веществ (пестициды, углеводороды, металлы, радионуклиды) // Тр. ГосНИОРХ.– 1990.– Т. 313.– С. 66–74.
4. Евтушенко Н.Ю., Сытник Ю.М., Шаповал Т.Н. Тяжелые металлы в рыбах среднего Дуная // Вод. ресурсы.– 1993.– Т.20, № 5.– С. 605–614.
5. Морозов Н.П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана.– М., 1986.– 160 с.
6. Попов П.А. Оценка экологического состояния водоемов методами ихтиоиндикации.– Новосибирск, 2002.– 269 с.
7. Пустовалова Л.М. Основы биохимии для медицинских колледжей.– Ростов-н/Д: Феникс, 2007.– С. 333–343.

8. СанПиН 42–123–4089–86. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах.
9. Шулькин В.М. Тяжелые металлы в речных и прибрежно-морских экосистемах: автореф. дис. ... д-ра геол. наук.– Владивосток, 2007.– С. 3.
10. Эйхенбергер Э. Взаимосвязь между необходимостью и токсичностью металлов в водных экосистемах // Некоторые вопросы токсичности ионов металлов.– 1993.– С. 62.
11. Jacobs R., Jones A., Fry B., Fox M. // J.Nutr.– 1978.– Vol.108, № 6.– P. 901–910. // ichmet16.iaa.cnr.it/.
12. Miller I.S., Petukhov V.L., Korotkevich O. S. et al. Accumulation of heavy metals in the muscles of Zander from Novosibirsk water basin/ 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment.– Rome (Italy), 2012.– P. 5–7. <http://ichmet16.iaa.cnr.it/>.
13. Nakamura K., Suzuki E., Sugiura I., Torat T. // Industr. Hlth.– 1979.– Vol.17, № 1.– P. 1–9.
14. Parks J., Curry C., Romani D. et al. Young northern pike yellow perch and crayfish as bioindicators in a mercury contaminated watercourse// Environ. Monit. And Assessment.– 1991.– Vol. 16, № 1.– P. 39–60.
15. Zhilin A.Y., Plotitsna, Lapteva A. M. Heavy metals in commercial fish from the Barents Sea (Winter 2011) / 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment.– Rome (Italy), 2012.– P. 1–4 // ichmet16.iaa.cnr.it/.

THE CONTENT OF HEAVY METALS IN PIKEPERCH MUSCLES (*Stizostedion lucioperca*)

V.L. Petukhov, I.S. Miller, O.S. Korotkevich

Key words: heavy metals, muscles, pikeperch, correlations

The content of heavy metals (Fe, Zn, Cu, Pb, Cd) was studied in the muscle tissues of pikeperch. The levels of chemical elements studied in the muscles represent the decreasing rank: Fe>Zn> Cu>Pb>Cd.

The content of Fe was negligibly higher (1.06 times as much) than the MPC in the pikeperch caught in the area of the Ob water basin. Positive correlations were mostly revealed in the levels of chemical elements in muscles.

УДК 639.311; 639.3.043.2/ 639.371.5

ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ ПРУДОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЫБЫ В ПОЛИКУЛЬТУРЕ

Е.В. Пищенко, доктор биологических наук, профессор

И.В. Морузи, доктор биологических наук, профессор

Л.В. Осинцева, доктор биологических наук, профессор

Г.Н. Мисейко, доктор биологических наук

А.Г. Незавитин, доктор биологических наук, профессор

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: moryzi@ngs.ru

Ключевые слова: карп, пелядь, пруды, климат, корма, трансформация органического вещества, температура, самоочищение

Традиционное выращивание карпа основано на монокультуре, при этом часть переваренного корма переходит в ил. При выращивании карпа в поликультуре с пелядью переваренные искусственные корма, используемые для карпа, входят в круговорот органического вещества в водоеме, стимулируют уровень развития зеленых водорослей. Водорослями питаются зоопланктеры, а они, в свою очередь, являются превосходной пищей для сиговых планктонофагов.

Традиционной культурой, выращиваемой в рыбоводных прудах России, является зеркальный карп (*Cyprinus carpio*, L). Остатки кормов, используемых для его кормления, частично поступают в воду и служат органическими загрязнителями воды. Для рыбоводства используются пруды, образованные перегораживанием рек. Вода из

таких прудов сливается в реки и вызывает повышение уровня эвтрофикации вод.

С целью повышения уровня трансформации органического вещества возможно выращивание рыбы в поликультуре, к примеру пеляди (*Coregonus peled* (Gmelin)). Наивысших результатов удается достичь при одновременном внесении

минеральных удобрений и извести. Норму внесения рассчитывают с учетом суммы солей азота 2 мг/л, солей фосфора (P_2O_5) 0,5 мг/л и извести (СаО) 80–100 мг/л [1].

Целью исследования было изучение эффективности выращивания пеляди в карповых рыбноводных прудах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований послужили карповые рыбноводные пруды при выращивании в них поликультуры рыб, включающей карпа и пелядь. Пруды расположены в Павловском районе Алтайского края. Изучали температурный режим путем измерения температур ежедневно 3 раза в день. Первичную продукцию определяли по методике Г.Г. Винберг [6]. В пруды вносили минеральные удобрения 1 раз в 3 дня по П.В. Ляхнович и Г.Г. Винбергу [3] и известь – по З.А. Ивановой, И. В. Моружи, Р.И. Огневой [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В Павловском районе Алтайского края климат резко-континентальный с суровой и продолжительной зимой до 8 месяцев, низкими температурами до $-40...-45^{\circ}C$ и коротким (100–120 дней) жарким летом. Период с температурой воды выше $+20^{\circ}C$ составляет от 25 до 50 дней. Сумма тепла положительных температур 1800–2280 градусо-дней. Количество биогенных веществ в естественных водах невелико. Оно колеблется в пределах от 0,01 до 1 мг/л солей азота, фосфатов – около 0,027 мг/л, кальция (СаО) – до 25–30 мг/л. В рыбноводных прудах удается поддерживать необходимые нормативы только при внесении минеральных удобрений. Частота внесения 3 дня. Гашеную известь вносили в виде суспензии. Однако норма азота до 2 мг/л поддерживается устойчиво, а норма фосфатов всегда низкая – около 0,08–0,1 мг/л.

Все эти мероприятия направлены на то, чтобы создать в водоеме устойчивый уровень растворенного в воде кислорода не менее 4 мг/л, который определяет биологическую продуктивность водоема. Он обеспечивает сбалансированный уровень развития и потребления органического вещества на разных трофических уровнях в водоеме. Интенсивность продукционных процессов рассматривалась нами во взаимосвязи с интен-

сивностью фотосинтеза. Рекомендуемая технология применения удобрений обеспечивала высокий уровень фотосинтеза в воде прудов. Наша работа была проведена с учетом того, что мы знали – кислородный баланс прудов резко понижается во второй или третьей декаде июля и в конце августа. Эта особенность характерна для эвтрофных водоемов в других географических зонах этих широт [4, 5].

В удобряемых прудах валовая суточная первичная продукция составила в июне 5,54 мг O_2 /л, в июле – 8,87, августе – 8,79, в сентябре 1,56. Наиболее высокой продуктивностью отличались водоемы, в которых имелся очаг постепенного поступления питательных веществ в биогенный круговорот. При возрастающем выходе рыбной продукции из водоема извлекается большое количество биогенных веществ. При выращивании рыбы ставится главная задача: обеспечить экологическую систему прудов питательными веществами в количествах, необходимых для нормального обмена веществ в организмах рыб. При этом биогенные вещества должны поступать непрерывно и в достаточных количествах. При этом ускоряется процесс минерализации органических веществ, что способствует реэрации воды. Ускоряется круговорот азота, фосфора, углерода и кальция, необходимых для активного прироста микроводорослей, водных беспозвоночных и рыб. Нами установлено, что коэффициент корреляция между количеством кислорода, растворенного в воде, и кальцием колеблется в пределах 0,45–0,81. Систематическое применение извести в карповых прудах позволяет поддерживать оптимальный кислородный режим, обеспечивающий достаточно высокий уровень развития гидробионтов в различных биотопах. О высоком уровне развития микроводорослей, которые служат пищей ракообразным и частично зообентосу, говорит высокий уровень продукции фотосинтеза, равный 2463–4279 ккал/м². Фитопланктон был представлен в основном зелеными и диатомовыми водорослями. Количество фитопланктона обеспечивало высокий уровень развития зоопланктона и зообентоса. Биомасса зоопланктона в прудах была в пределах 4,72–22,19 г/м³, биомасса зообентоса в среднем 94,95 г/м².

Высокий уровень развития зоопланктона дал возможность выращивать совместно с карпом пелядь товарной массой до 30–50 г. Плотность посадки карпа 5–8 тыс/га, личинок пеляди 5–10 тыс/га. При этом рыбопродуктивность карпа составляла 952–1800 кг/га, пеляди – 48–200.

Карпа перестают кормить с 15 сентября при установлении дневной температуры воды 10°C. В это же время пелядь продолжает активно питаться зоопланктоном, снижая поступление органики в биогенный круговорот за счет прироста собственной массы. Трансформация органического вещества в воде прудов при выращивании рыбы в поликультуре достаточно высокая за счет интенсивного потребления органического вещества гидробионтами и выноса органического вещества с выловленной рыбой. Таким образом, уровень накопления органики в воде снижается.

Качество сбросной воды из прудов незначительно отличается от качества воды в принимающих реках.

ВЫВОДЫ

Применение технологии совместного выращивания карпа и пеляди способствует самоочищению воды в рыбоводных прудах и снижает антропогенное влияние на реки. Её применение позволяет получать 1000–2000 кг товарной рыбы с гектара.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *А.с. N 1199223*. Способ удобрения рыбоводных прудов / З. А. Иванова, И. В. Моружи, Р. И. Огнева. – Оpubл. 25.12.1985. – Бюл. N47. – С. 6.
2. *Винберг Г. Г.* Первичная продукция водоемов. – Минск: Изд-во АН БССР, 1960. – 391 с.
3. *Винберг Г. Г., Ляхнович В. П.* Удобрение прудов. – М.: Пищевая пром-сть, 1965. – 341 с.
4. *Йошев Л.* Основни гидрохимични показатели и т хното значение за интензивно рибовъедство // Рибно стопанство. – 1979. – № 8. – С. 8–9.
5. *Шпет Г. И., Фельдман М. Б.* Влияние искусственных кормов и продуктов выделения рыб на кислородный режим прудов // Тр. Всесоюз. совещ. по биол. основам прудового рыбоводства. – 1962. – Вып. 14. – С. 77–83.

TRANSFORMATION OF ORGANIC MATTER IN THE WATER OF PONDS WHEN BREEDING FISHES AS POLY CULTURE

E. V. Pishchenko, I. V. Moruzi, L. A. Osintseva, G. N. Miseiko, A. G. Nezavitin

Key words: carp, peled, ponds, climate, feeds, transformation of organic matter, temperature, self-purification

Carp traditional breeding is based on monoculture breeding, during the breeding some part of digested feeds is transferred to dy. With carp breeding as polyculture, with peled, digested artificial feeds used for the carp enter the circulation of organic matter in a water body and stimulate the level of green algae development.

Zooplanktors feed on the algae, they are, in turn, the best food for white fish plankton phages.

ИХТИОФАУНА РОССИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В. И. Романов, доктор биологических наук, профессор
Национальный исследовательский
Томский государственный университет
E-mail: Romanov@bios.tgu.ru

Ключевые слова: промысел рыбы, Мировой океан, осетровые, карповые, лососевые, сиговые, объем вылова, запасы

Рыбный промысел охватывает не только виды, населяющие территориальные воды России, но и обитающие в других районах Мирового океана. Поскольку реальные возможности интенсификации мирового, и, как следствие, отечественного рыболовства практически исчерпаны, дальнейшее развитие рыбного хозяйства должно базироваться как на отечественных объектах аквакультуры (осетровые, карповые, лососевые, сиговые и др.), так и на известных мировых традиционных объектах аквакультуры.

К удивительному миру рыбообразных и рыб, обитающих в пресных и морских водах Земного шара, по разным оценкам, относятся 5–6 классов ныне живущих позвоночных животных. Характерно, что и в настоящее время их общий список постоянно пополняется и уже превышает 30000 видов [1]. Дж.С. Нельсон [2], перечисляя составы тех или иных крупных таксонов, называя точное или приблизительное число представителей, приводит общее число чуть менее 28000 видов, которые принадлежат к 62 отрядам и 515 семействам. Надо отметить, что о статусе некоторых семейств у отечественных и зарубежных специалистов существуют различные представления, и не всегда они согласуются с взглядами Дж.С. Нельсона. По некоторым оценкам специалистов, число видов рыбообразных и рыб мировой фауны в настоящее время составляет около 30000.

Безусловно, наиболее разнообразна ихтиофауна тропиков и субтропиков, причем пресноводные рыбы, населяющие водоемы Земли, лишь немногим уступают по численности морским. По нашим оценкам, в пресных и морских водах России встречается около 1500 видов рыбообразных и рыб, которые относятся к 43 отрядам и 191 семейству [3]. Несмотря на обширную территорию, Россию, которая занимает около 10% суши Земного шара, нельзя отнести к числу стран с наиболее богатой ихтиофауной. Многие страны экваториальной зоны могли бы привести более существенные цифры. Например, в пресных и морских территориальных водах островного государства Тайвань встречается 3089 видов рыбообразных и рыб, относящихся к 47 отрядам и 300 семействам. Только из представителей отряда окунеобразных здесь

встречается более 1600 видов (<http://fishdb.sinica.edu.tw>). Следует отметить, что в этом списке представлено немало видов, не относящихся к аборигенной ихтиофауне, которые попали на Тайвань и как предполагаемые новые объекты аквакультуры, и как случайные вселенцы.

Может быть в меньшей степени подобные процессы происходят и в нашей стране. Как перспективные объекты аквакультуры в рыбоводные хозяйства России в разное время завозили из-за границы представителей семейств *Polyodontidae* (веслоносые), *Catostomidae* (чукучановые), *Characidae* (хараксовые, или харациновые), *Ictaluridae* (икталуровые, или кошачьи сомы), *Cichlidae* (цихловые, или цихлиды) и др., которые в нашей фауне ранее не были представлены. По-разному складывалась их судьба как объектов рыбоводства в водоемах России.

Веслонос не входил в состав аборигенной фауны России, его исконные места обитания – бассейн р. Миссисипи (Сев. Америка). Однако у нас он является объектом аквакультуры в техногенных и открытых водоемах страны, прежде всего, ее европейской части. Натурализации, по-видимому, нигде не произошло [4]. Недавно появилась информация о поимке веслоносов в Приморье – в Куликовском водохранилище и оз. Ханка [5, 6]. Сможет ли он здесь пройти процесс акклиматизации, пока не ясно.

Аборигенным видом из семейства *Catostomidae* является только чукучан, обитающий в водоемах Восточной Сибири. Это один из двух (в ранге подвида) представителей семейства, обитающих в Азии. Однако в Россию завозили малоротого, большеротого и черного буффало как перспективных объектов аквакуль-

туры. Относительно их натурализации в водоемах России также высказывались сомнения [4], поскольку буффало нуждаются в высоких температурах в процессе своего полового созревания. Например, в Алтайском крае половые продукты для инкубации получали только в условиях создания парниковых условий для созревающих производителей. В то же время все упомянутые виды буффало встречаются в крупных реках Понто-Каспийского бассейна [7].

В семействе Characidae много популярных аквариумных рыб и есть рыбы, которые в последние годы используются для рыбоводных целей, большинство из них – это представители Южно-Американского континента, многие населяют бассейн Амазонки. Эти рыбы способны существовать в условиях тепловодных хозяйств, а некоторые и успешно размножаться. Например, весной 2009 г. в теплом (сбросном) канале Беловской ГРЭС было отловлено несколько особей растительноядной пираньи – чёрного паку (*Colossoma brachypomum*), видимо, выпущенных в этот водоем аквариумистами. Судя по размерам самой крупной (более 4 кг) рыба провела в этих условиях не менее одной сибирской зимы. Этот же вид и в настоящее время используется в некоторых хозяйствах европейской России как объект рыбоводства. Размножение в естественной среде харациновых рыб для большинства холодноводных водоемов России маловероятно.

Из представителей семейства *Ictaluridae* известны только два вида. Американский сомик в 1935 г. появился в водоемах Белоруссии и Украины сначала как объект прудового рыбоводства. В последующем, проникнув в речные системы, широко распространился в водоемах этих стран. Возможно нахождение в прилегающих областях России [8]. Канальный сомик появился позднее. В начале 70-х годов XX в. был завезен в водоемы Кубани, откуда проник в речные системы Кубани и Дона. Отмечено его воспроизводство в условиях теплых вод не только в Центральной и Юго-Западной России, но и в Сибири (водохранилище Беловской ГРЭС). Очень редко канальный сомик попадает даже в речной системе бассейна Оби. Однако перспектив его акклиматизации здесь нет ввиду низких температур в регионе. Имеются факты самовоспроизводства и распространения этого сомика и вне зон влияния теплоэнергетики на юге Кубани [9].

В аборигенной фауне России цихлиды отсутствуют, хотя имеют довольно большой ареал, охватывающий Центральную и Южную Америку,

Карибский архипелаг, Африку, Мадагаскар, Израиль, Сирию, побережья Индии и Шри-Ланки. Все-таки большая часть, из более чем 1350 видов, населяет пресноводные водоемы Южной Америки и Африки. Всего из этого семейства в экспериментальных и опытно-промышленных условиях для рыбоводных целей испытывали около 10 видов [10]. Большинство из них относилось к африканским цихлидам родов *Oreochromis* и *Tilapia*, обычно они фигурируют под объединяющим названием тилапии. Различные виды тилапий, прежде всего рода *Oreochromis*, являются важными объектами тепловодной аквакультуры во многих странах, особенно с теплым климатом. Десятки видов цихлид содержатся в аквариумах любителей, и бывало отмечено их попадание в естественные среды обитания. Факты их натурализации в естественных условиях пока почти не известны, за исключением одного *Rocio octofasciata* – восьмиполосой цихлазомы [11, 12]. Фактором, обеспечившим натурализацию этого вида, является теплая технологическая вода, поступающая от Краснодарской ТЭЦ. Если тилапии относятся к группе африканских цихлид, то восьмиполосая цихлазома обитает в водоемах Центральной и на юге Северной Америки.

Если рассматривать, как менялся состав ихтиофауны России за последние несколько десятков лет, то следует отметить, что список рыб постоянно пополнялся как за счет новых описанных видов, так и за счет поимок рыб, ранее в территориальных водах России не встречавшихся. Из наиболее интересных находок последних лет, которые происходили в водах Дальневосточных морей, следует назвать индо-тихоокеанского тарпона (*Megalops cyprioides*). Он был обнаружен впервые в 2006 г. В. Н. Долгановым в бухте Новгородской залива Петра Великого Японского моря [13, 14]. Чуть ранее в заливе Петра Великого впервые был пойман саргассовый (морской) клоун (*Histrion histrio*) [15, 16]. Обнаружение этих видов не только дополнило видовой список рыб России, но и увеличило число семейств отечественной ихтиофауны.

Многими специалистами отмечается, что потепление климата, наблюдаемое в последние годы, привело к заметному увеличению как числа проникновений в южные воды Дальневосточных морей видов рыб, которые там отмечались достаточно редко (некоторые виды акул), так и появлению в наших водах рыб, ранее не встречавшихся.

По оценке специалистов, в настоящее время около 250 видов рыб входят в число промысло-

вых, хотя объектами отечественного промысла в XX в. являлись 687 видов [17]. Даже из 250 видов реальную значимость как объекты рыболовства имеют несколько десятков, часть из них не выходят за рамки региональных территорий.

ВЫВОДЫ

Объектами рыбного промысла являются не только виды, населяющие территориальные воды

России, но и обитающие в других районах Мирового океана. Поскольку реальные возможности интенсификации мирового, и, как следствие, отечественного рыболовства практически исчерпаны, дальнейшее развитие рыбного хозяйства должно базироваться как на отечественных объектах аквакультуры (осетровые, карповые, лососевые, сиговые и др.), так и на известных мировых традиционных объектах аквакультуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Froese R. and Pauly D. (Eds.) FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org; version (10/2012).
2. Nelson J. S. Fishes of the World. 4th ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2006. 601 p.
3. Романов В. И. Рыбы России в системе мировой ихтиофауны: справ. пособие.– Томск: Дельтаплан, 2010.– 276 с.
4. Богуцкая Н. Г., Насека А. М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями.– М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2004.– 389 с.
5. Свирский В. Г., Барабанищikov Е. И. Биологические инвазии как элемент антропогенного давления на сообщество гидробионтов озера Ханка // Рос. журн. биол. инвазий.– 2009.– № 2.– С. 29–36.
6. Харин В. Е., Чеблуков В. П. О первой находке американского веслоноса *Polyodon spathula* (Polyodontidae) в российских водах Дальнего Востока // Изв. ТИНРО.– 2009.– Т. 157.– С. 154–157.
7. Инвазии чужеродных рыб в бассейнах крупнейших рек Понто-Каспийского бассейна: состав, векторы, инвазионные пути и темпы / Ю. В. Слынько, Ю. Ю. Дгебуадзе, Р. А. Новицкий, О. А. Христов // Рос. журн. биол. инвазий.– 2010.– № 4.– С. 74–88.
8. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / под ред. Ю. С. Решетникова.– М.: Наука, 2002.– Т. 1.– 379 с.; Т. 2.– 253 с.
9. Мишвелов Е. Г., Олейников А. А. Канальный сомик верхнего и среднего течения р. Большой Егорлык // Рос. журн. биол. инвазий.– 2008.– № 1.– С. 26–28.
10. Кудерский Л. А. Акклиматизация рыб в водоемах России: состояние и пути развития // Вопр. рыболовства.– 2001.– Т. 2, № 1 (5).– С. 6–85.
11. Зворыкин Д. Д., Паишков А. Н. Восьмиполосая цихлазома – аллохтонный вид цихловой рыбы (Teleostei: Cichlidae) из озера Старая Кубань // Рос. журн. биол. инвазий.– 2008.– Т. 1.– С. 35–49.
12. Паишков А. Н., Зворыкин Д. Д. Некоторые морфоэкологические особенности восьмиполосой цихлазомы *Rocio octofasciata* (Perciformes, Cichlidae) популяции озера Старая Кубань // Вопр. ихтиологии.– 2009.– Т. 49, № 3.– С. 396–401.
13. Рыбы российских вод Японского моря: аннотированный и иллюстрированный каталог / А. С. Соколовский, В. А. Дударев, Т. Г. Соколовская, С. Ф. Соломатов.– Владивосток: Дальнаука, 2007.– 200 с.
14. Долганов В. Н., Харин В. Е., Земнухов В. В. Megalopidae – новое семейство рыб для фауны России // Вопр. ихтиологии.– 2008.– Т. 48, № 2.– С. 284–285.
15. Соколовский А. С., Соколовская Т. Г. Морской клоун *Histrio histrio* (Pisces: Antennariidae) новый вид рыб для вод России // Биология моря.– 2004.– Т. 30, № 1.– С. 87.
16. Харин В. Е., Маркевич А. И. О второй находке соргассового морского клоуна *Histrio histrio* (Lophiiformes: Antennariidae) в водах России // Вопр. ихтиологии.– 2006.– Т. 46, № 6.– С. 845–847.
17. Промысловые рыбы России: в 2 т. / под ред. О. Ф. Гриценко, А. Н. Котляра и Б. Н. Котенёва.– М.: Изд-во ВНИРО, 2006.– 1280 с.

RUSSIA'S ICHTHYOFAUNA AND PROSPECTS OF ITS APPLYING IN FISHERY

V. I. Romanov

Key words: fisheries, world ocean, sturgeons (Acipenseridae), cyprinids (Cyprinidae), salmon (Salmonidae), whitefishes (Cisco), catch size, stock fund

Fisheries cover not only fish species dwelling in territorial waters of Russia but also those inhabiting other areas of World Ocean. Since actual possibilities to intensify world and, consequently, home fisheries are, in fact, depleted, the further development of fishery is to be based on both home aquaculture objects (Acipenseridae, Cyprinidae, Salmonidae, etc.) and world well-known common objects of aquaculture.

ВЕТЕРИНАРИЯ

УДК 636.087.8

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ
И ПРОБИОТИКОВ В РЫБОВОДСТВЕ

А. Б. Иванова, доктор ветеринарных наук

Б. Т. Сариев, аспирант

Г. А. Ноздрин, доктор ветеринарных наук

И. В. Морузи, доктор биологических наук

Ю. С. Аликин, доктор биологических наук

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: moryzi@ngs.ru

Ключевые слова: пробиотики, лактобактерин, субалин, микрофлора кишечника, иммунитет

Использование пробиотиков в рыбоводстве – новое перспективное направление в ветеринарии. Пробиотики – это стабилизированные культуры микроорганизмов и продуктов их ферментации, обладающие свойством оптимизировать кишечные микробиоценозы, подавлять рост и развитие патогенной и условно-патогенной микрофлоры, повышать обменные процессы и защитные реакции организма, активизируя клеточный и гуморальный иммунитет.

Пробиотики – это стабилизированные культуры микроорганизмов и продуктов их ферментации, обладающие свойством оптимизировать кишечные микробиоценозы, подавлять рост и развитие патогенной и условно-патогенной микрофлоры, повышать обменные процессы и защитные реакции организма, активизируя клеточный и гуморальный иммунитет [1]. Пробиотические препараты могут быть монокомпонентными и содержать в своем составе один конкретный микроорганизм, типичный обитатель кишечника (бифидумбактерин, лактобактерин, колибактерин, нормофлор, лактобацил, ромакол, наринэ, биоветин, энтеробифидин и т.п.). Поликомпонентные пробиотические препараты состоят из нескольких штаммов бактерий (бифацид, ацилакт, витафлор, ветом 2 и т.п.) или из нескольких видов бактерий (бифидин, линекс, бифитон, бификол и т.п.). В последнее время активно внедряются в производство комбинированные препараты, или синбиотики, которые состоят из бактерий и специальных ингредиентов, способствующих их росту и размножению, метаболической активности (бифилиз, аципол, кипацид, нутролин В и т.п.).

Позитивное влияние пробиотиков обусловлено, во-первых, их антагонистической активностью против патогенов, реализуемой благодаря

продукции антибактериальных веществ, изменению рН среды, что обеспечивает опосредованное их влияние на ферментативную активность патогенов; во-вторых, благодаря конкуренции с патогенами за рецепторы адгезии; в-третьих, за счет стимуляции иммунитета (стимуляции активности макрофагов, увеличения уровня антител) [1–8].

Особого внимания заслуживают пробиотики, способные оказывать влияние на организм на системном уровне и затрагивать регуляторные системы, продуцировать разнообразные ферменты, полисахариды, пептиды, белки, а также образовывать широкий спектр полипептидных антибиотиков с выраженной антимикробной активностью в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, активизировать неспецифическую резистентность организма и тем самым повышать устойчивость молодняка к заболеваниям. Пробиотики активизируют пищеварение, оказывают противоаллергенное, антиоксидантное действие и повышают неспецифическую резистентность макроорганизма [9–11].

В последнее время успешно применяют пробиотики на основе *Bac. subtilis*, поскольку их действие адекватно сложившимся в процессе эволюции механизмам защиты макроорганизма от патогенных воздействий внешней среды [12–15].

В естественной среде обитания собственная микрофлора организма появляется в кишечнике сразу же после рождения животного и сосуществует с ним всю жизнь, причем ее состав изменяется в соответствии с возрастом, условиями питания и обитания [16]. В искусственных условиях возможность формирования и поддержания микрофлоры, свойственной тем или иным видам животных, в том числе и рыбам, весьма ограничена, что связано со спецификой их содержания и кормления [17]. В этой связи возникает необходимость в применении пробиотических препаратов для активизации процессов формирования микробиоценоза в кишечнике. С этой целью в рыбоводстве успешно применяют пробиотики на основе лактобактерий.

Лактобактерин при введении в состав корма в различных дозах оказывал влияние на численность микрофлоры кишечника. Так, у молоди русского осетра, потреблявшей комбикорм с добавлением 0,2% лактобактерина на первом этапе выращивания, численность бактерий была в 6 раз ниже по сравнению с контролем, а при добавлении 0,4% этого препарата – в 130 раз. Отличий по темпу роста молоди осетра, потреблявшей комбикорма с различным количеством лактобактерина, отмечено не было, однако наблюдали снижение кормовых затрат на 20% при введении 0,2% лактобактрина и на 10% при введении 0,4% [18]. В качестве лечебного средства, повышающего резистентность осетровых рыб при расстройствах пищеварения, повреждении поверхностей тела, вызываемых бактериальным загрязнением воды и кормов, может быть использован препарат аквалакт на основе лактобактерий кишечника осетров из естественной среды обитания [19, 20].

Спорообразующие пробиотики для рыбоводства – это новое направление. В частности, исследования возможностей применения пробиотика субтилис на ранних стадиях выращивания рыб показали, что обработка пробиотиком икры, эмбрионов и личинок форели увеличивает коэффициент выживаемости и снижает естественную смертность рыб на личиночной стадии развития, способствует стимуляции жизнестойкости рыб на ранних этапах онтогенеза и напряженности естественного иммунитета [21–23].

Отечественный препарат, субалин разработанный на основе живых бактерий *Basillus subtilis* 2335/105, продуцирующего альфа-2 интерферон, повышает иммунофизиологический статус организма путем нормализации микрофлоры желудочно-кишечного тракта. Субалин характеризует-

ся широким спектром антагонистической активности в отношении патогенных и условно-патогенных организмов, повышает специфическую и неспецифическую резистентность организма, регулирует и стимулирует пищеварение [7].

Преимущества субалина по сравнению с используемыми в рыбоводной практике антибиотиками и нитрофуранами: нулевой срок ожидания; укрепляет, а не подавляет иммунную систему рыб; эффективен при малых дозировках и кратности применения; отсутствует эффект привыкания; экономически рентабелен; экологически безопасен. Оптимальная лечебная суточная доза субалина 25 млн спор на 1 кг массы карпа 2–3-летнего возраста при курсе лечения 5–7 дней [7, 8]. Данный пробиотический препарат широко зарекомендовал себя в карповых прудовых и промышленных хозяйствах, на заводах по воспроизводству осетровых и лососевых рыб [24]. Разработан способ приготовления корма с включением препарата субалин [25, 26]. Пробиотический препарат биокорм-пионер представляет комбинацию двух не модифицированных генетически, лиофилизированных культур *Bacillus subtilis*. Он предупреждает развитие дисбактериозов, способствует стимуляции клеточных и гуморальных факторов иммунитета. Преимуществом препарата является использование спорообразующих микроорганизмов. Однако Е. И. Балакиревым с соавт. (2006) при определении качественного и количественного состава микрофлоры кишечника русского осетра при использовании препарата биокорм-пионер отмечено, что данный пробиотик имеет избирательную активность в отношении некоторых групп патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, и требуется проведение дальнейших исследований для выяснения положительного действия этого препарата.

Пробиотик азогилин создан на основе живой культуры азотфиксирующих бактерий *Azomonas agilis*. Препарат хорошо зарекомендовал себя при борьбе с аэромоназом в прудовых хозяйствах [27].

Основу препарата Az-28 также составляют *Azomonas agilis*, выделенные из воды и способные ингибировать патогенную микрофлору кишечника рыб. Выпускается в виде гранул со слабым запахом кислоты – продукта ферментации бактерий. Применяется с кормом для всех возрастных групп рыб, восприимчив к аэромоназу. Специалистами Белоруссии были получены положительные результаты в условиях производства [7].

Интересен опыт «напитывания» пробиотиками живых кормов (коловраток, артемии, ка-

лифорнийских червей), используемых при выращивании рыб [28]. Исходя из отечественного и зарубежного опыта, рекомендуется добавлять пробиотики не по показаниям, а ежедневно в рационе, включая его в продукционные комбикорма. Использование комбикормов с пробиотическими добавками позволяет хозяйствам до 25% сократить расход кормов на производство рыбы [29].

В Российской Федерации зарегистрировано более 90 наименований пробиотиков ветеринарного назначения, большинство из которых классифицируются как лечебно-профилактические препараты, часть – как закваски и часть – как

микробиологические кормовые добавки. При широком выборе пробиотических препаратов представляется перспективным развитие данного направления, позволяющего получать экологически чистую продукцию аквакультуры [29].

Таким образом, для рыбоводных хозяйств перспективным использованием является бактериальных препаратов, представляющих собой либо эндогенную микрофлору кишечника рыб того же вида [30, 31], либо бактерий, сочетающих свойства продуцентов пробиотиков и антагонистов патогенов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Fuller R. Probiotics in man and animals // J. Appl. Bacter.– 1989.– № 5.– P. 365–370.
2. Fuller R. Probiotics in human medicine // Gut. 32.– 1991.– № 4.– P. 439–442.
3. Salminen S., Isolauri E., Salminen E. Clinical uses of probiotics for stabilizing the gutmucosal barrier: successful strains and future challenges//Antonie Van Leeuwenhoek.– 1996.– P. 347–358.
4. Wright von A., Salminen S. Probiotics: established effects and open questions // Eur JGastroenterol Hepatol Nov.– 1999.– 11 (11).– P. 1195–1198.
5. Matsuzaki T., Chin J. Modulating immune response with probiotic bacteria //Immunol Cell Biol.– 2000.– 78 (1).– P. 67–73.
6. Перспективы использования пробиотиков в рыбном хозяйстве / Т. М. Новоскольцева, Н. Т. Казаченко, М. Н. Борисова, И. П. Иренков // Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре: тез. докл. науч.-практ. конф.– М., 2000.– С. 95–99.
7. Юхименко Л. Н., Бычкова Л. И. Перспективы использования субалина для коррекции микрофлоры кишечника рыб и профилактики БГС // Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре: тез. докл. науч.-техн. конф.– М., 2005.– С. 133–136.
8. Кулаков Г. В. Субтилис – натуральный концентрированный пробиотик.– М.: Визави, 2003.– 48 с.
9. Сорокулова И. Б. Теоретическое обоснование и практика применения бактерий рода *Bacillus* для конструирования новых пробиотиков: дис. ... д-ра биол. наук.– Киев, 1999.– 175 с.
10. Шендеров Б. А. Пробиотики и функциональное питание // Сер. Медицинская микробная экология и функциональное питание.– М.: Грант, 2001. – Т3.– С. 2888.
11. Ouwehand A. C., Tolkkio S., Kulmala J., Salminen S., Salminen E. Adhesion of inactivated probiotic strains to intestinal mucus // Lett Appl Microbiol Jul.–2000.– 31 (1):82–6.– P. 326–328.
12. Смирнов В. В. Современные представления о механизме лечебно-профилактического действия пробиотиков из бактерий ряда *Bacillus*. // Микробиология.– 1993.– Т. 55.– С. 34–35.
13. Иванова А. Б. Оценка влияния пробиотического препарата ветома 3.3 на биохимические показатели сыворотки крови у цыплят // Фармакологические и экотоксикологические аспекты ветеринарной медицины: материалы науч.-практ. конф. фармакологов Российской Федерации.– Троицк, 2007.– С. 106–110.
14. Ноздрин Г. А., Иванова А. Б., Шевченко А. И. и др. Научные основы применения пробиотиков в птицеводстве: монография / Новосиб. гос. аграр. ун-т.– Новосибирск, 2005.– 224 с.
15. Соколов, В. Д. Эффективность и безопасность лекарственных средств / В. Д. Соколов, Н. Л. Андреева // Международный вестник ветеринарии. – СПб., 2008.– № 2.– С. 6–11.
16. Санин А. В., Липин А. С., Зинченко Е. В. Ветеринарный справочник традиционных и нетрадиционных методов лечения собак.– М.: Центрополиграф, 2002.– 346 с.
17. Бурлаченко И. В. Теоретические и прикладные аспекты повышения резистентности осетровых в аквакультуре: автореф. дис. ... д-ра биол. наук.– М., 2007.– 46 с.
18. Абросимова Н. А., Абросимова К. С. Влияние микробного населения кишечника на биологические и продуктивные действия стартового корма // Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф.

- «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития», 13–15 марта 2006 г., Астрахань.– М.: Изд-во ВНИРО, 2006.– С. 217–219.
19. *Ouwehand A.C., Tolkkio S., Kulmala J., Salminen S., Salminen E.* Adhesion of inactivated probiotic strains to intestinal mucus // *Lett Appl Microbiol Jul.–2000.– 31 (1): 82–6.– P. 326–328.*
 20. *Бурлаченко И.В.* Теоретические и прикладные аспекты повышения резистентности осетровых в аквакультуре: автореф. дис. ... д-ра биол. наук.– М., 2007.– 46 с.
 21. *Кулаков Г.В.* Субтилис – натуральный концентрированный пробиотик.– М.: Визави, 2003.– 48 с.
 22. *Бурлаченко И.В., Бычкова Л.К.* Способ клинической оценки состояния осетровых рыб при их культивировании в установках с замкнутым циклом водообеспечения // *Рыбное хозяйство. – 2005. – № 6.– С. 70–72.*
 23. *Новоскольцева Т.М., Казаченко Н.Т., Борисова М.Н. и др.* Перспективы использования пробиотиков в рыбном хозяйстве // *Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре: тез. докл. науч.-практ. конф.– М., 2000.– С. 95–99.*
 24. *Протективное действие субалина против болезней культивируемых рыб / Л.Н. Юхименко, Г.С. Койдан, П.П. Головин и др. // Проблемы и перспективы развития аквакультуры России: материалы науч.-практ. конф.– Краснодар: «Здравствуйте», 2001а.– С. 282–283.*
 25. *Юхименко Л.Н., Бычкова Л.И.* Перспективы использования субалина для коррекции микрофлоры кишечника рыб и профилактики БГС // *Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре: тез. докл. науч.-практ. конф.– М., 2005.– С. 133–136.*
 26. *Tuomola E.M., Ouwehand A.C., Salminen S.J.* Chemical, physical and enzymatic pretreatments of probiotic lactobacilli alter their adhesion to human intestinal mucus glycoproteins // *Int J Food Microbiol Sep 15.– 2000.– 60 (1).– P. 75–81.*
 27. *Мирзоева Л.М.* Применение пробиотиков в аквакультуре // *Рыбное хозяйство. Сер. Болезни гидробионтов в аквакультуре / ВНИЭРХ.– 2001.– Вып. 2. – С. 23–30.*
 28. *Панасенко В.В.* Теоретические и практические аспекты использования кормов для рыб с пробиотиком «Субтилис» // *Материалы Междунар. симп. «Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата», 16–18 апреля 2007 г.– Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007.– С. 421–422.*
 29. *Панасенко В.В.* Использование пробиотиков в кормах для рыб компании «Привими» // *Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны: тез. докл. Междунар. науч. конф. (Азов, июнь 2006 г.).– Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2006.– С. 70–71.*
 30. *Панасенко В.В., Бондаренко Л.Г., Скляр В.Я.* Новый подход к оценке токсичности кормов // *Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: материалы докл. II Междунар. науч.-практ. конф.– Астрахань: Нова, 2001.– С. 139–140.*

PROSPECTS OF BACTERIAL PREPARATIONS AND PROBIOTICS ADMINISTRATION IN FISGERY

A. B. Ivanova, B. T. Sariev, G. A. Nozdrin, I. V. Moruzi, Yu. S. Alikin

Key words: probiotics, lactobacterinum, subalin, intestinal microflora, immunity

A new prospective trend in veterinary medicine is probiotics administration in fishery. Probiotics are stabilized cultures of microorganisms and their fermentation products possessing the property to optimize intestinal microbiocoenoses, suppress growth and development of pathogenic and conditionally-pathogenic microflora, intensify exchange processes and defense reactions of organism activating cell and humoral immunity.

УДК 639.3/.6:597–12:576.85:597–169

СИСТЕМА ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИХТИОПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Г. А. Ноздрин, доктор ветеринарных наук, профессор
А. Б. Иванова, доктор ветеринарных наук, профессор
Ю. С. Аликин, доктор биологических наук, профессор
В. Ф. Подгорный, кандидат биологических наук
 Новосибирский государственный аграрный университет
 Институт медицинских биотехнологий,
 филиал ВГУМ ГНЦВБ «Вектор»
 E-mail: decanat@vetfac.nsau.edu.ru

Ключевые слова: аквакультуры, марикультуры, вирусные болезни, пробиотики, полирибонат, вестин, ридостин, биотехнологии

Приведен обзор литературы по вирусным болезням рыб и применению противовирусных препаратов в рыбоводстве.

Неизбежное развитие технологии аква- и марикультуры обусловлено резким сокращением биоресурсов водных экосистем на Земле. Известно, что значительная концентрация численности любых видов: млекопитающих, птиц, рыб, низших позвоночных и, по-видимому, беспозвоночных (креветки, мидии и другие объекты мари- и аквакультуры) – приводит к нарушению естественных условий обитания организмов, неизбежному развитию иммунодефицитных состояний и, как следствие, понижению устойчивости организма к действию неблагоприятных факторов внешней среды и возникновению заболеваний. По данным литературных источников, перспективным направлением в разработке технологий и способов превентивного применения ветеринарных препаратов является создание комплексных биозащитных систем, включающих средства и методы диагностики, профилактики, лечения и стимуляции биообъектов хозяйственного назначения. Основными компонентами этих систем должны быть биологически активные вещества (пробиотики, ферменты, нуклеиновые кислоты, цитокины и регуляторные метаболиты (терпеноиды, пептиды, растворимые полисахариды и т.п.). Эти фармакологические средства преимущественно обладают синергидным действием и возможно их комплексное применение. Они технологичны, малотоксичны и их можно применять групповым методом. При научно обоснованном применении этих препаратов возможно потенцирование их действия и усиление первичного фармакологического эффекта. Поэтому актуальной задачей исследований в этом направлении является не только разработка фармакологических препаратов, но и комплексных биозащитных систем для сохране-

ния здоровья, профилактики заболеваний и повышения продуктивности животных и рыб.

Вирусные заболевания у рыб

Постоянно нарастающая интенсификация рыбоводства, возникновение и развитие новых форм и методов аква- и марикультуры влекут за собой обострение проблемы инфекционных заболеваний культивируемых рыб, в том числе и вирусных болезней. Это обусловлено тем, что, с одной стороны, промышленное рыбоводство связано в большей степени со все возрастающими влияниями неадекватных условий культивирования гидробионтов, значительно отличающихся от естественных. В результате действия антропогенных, эколого-физиологических и стрессовых факторов снижается естественная резистентность организма, что способствует возникновению заболеваний [1, 2]. Исследования по вирусным болезням рыб в последнее десятилетие в основном сконцентрированы вокруг пяти заболеваний: инфекционного некроза поджелудочной железы (IPN), инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHN), вирусной геморрагической септицемии лососевых (VHS), а также герпесвирусной болезни канального сома (CCVD) и весенней виремии карпа (SVC). Из них IHNV, VHSV и вирус SVC относятся к семейству рабдовирусов. Эти исследования методами молекулярной биологии и геномной инженерии охватывают физическое и функциональное картирование геномов вирусов, создание молекулярных зондов для современных средств диагностики и профилактики указанных инфекций [3–8]. Весенняя виремия карпа (SVC) является основным вирусным заболеванием у рыб, культивируемых в России. Болезнь регистрируется пре-

имущественно в южных и центральных районах страны. И хотя SVC давно наносит рыбоводству России ощутимый урон, разработка экспрессных методов специфической диагностики и надежных способов профилактики болезни продолжает оставаться актуальной проблемой.

Основные тенденции изучения системы неспецифической резистентности у рыб

Согласно данным литературных источников, у низших позвоночных сформирована иммунная система [1, 9]. В общебиологическом плане иммунная система рыб также подвержена действию иммуномодуляторов, как и система млекопитающих. Исследованию индукции интерферонов у рыб при вирусных заболеваниях были посвящены работы de Kinkelin et al. [10]. Эти работы, проведенные *in vivo* и *in vitro*, подтвердили общность механизма защиты от вирусных инфекций с участием интерферона как у низших, так и у высших позвоночных. Аналогичные результаты по гомологии интерферонов у рыб и млекопитающих получены и другими исследователями. В последний период интенсивность исследований по иммунологии у рыб значительно возросла. Это обусловлено тем, что развитие индустриального рыбоводства, возникновение новых форм и методов мари- и аквакультуры обострили проблему инфекционной ихтиопатологии. Важным фактором, определяющим иммунный статус, является токсикорезистентность рыб к многочисленным факторам загрязнения окружающей среды и вод [2, 11].

У рыб актуально изучение роли фагоцитоза и его взаимодействия с иммуномодуляторами и противовирусными средствами. Тот факт, что макрофаг, наряду с фагоцитарной функцией, выполняет роль сигнальной системы и то, что макрофаги привлекаются в очаг воспаления лимфокинами, свидетельствует в пользу того, что фагоцитоз макрофагов и нейтрофилов, по-видимому, можно использовать в качестве инструмента оценки гениндуцирующей активности лимфокинов и цитокинов под действием фармпрепаратов.

Современные тенденции создания противовирусных препаратов для рыб и результаты их применения

Система защиты рыб от инфекционной патологии (вирусной и бактериальной) строится на основе специфической профилактики вакцинами. В настоящее время в мире 3 коммерческих успеш-

но работающих и эффективных вакцины и ведутся разработки ещё 5 бактериальных и 5 вирусных вакцин [12]. При разработке вакцин для рыб также встают вопросы использования иммуноадьювантов для повышения их иммуногенности. В качестве иммуноадьювантов используются неорганические добавки (алюмокалиевый фосфат, диметилсульфоокись), бактериальные клеточные стенки с сапонином и иммуноактивные пептиды (FK-565) [12].

В экспериментальных исследованиях ученых НИКТИ БАВ и ВНИИПРХ на молоди карпа по изучению противовирусного действия препарата для пчел эндонуклеазы бактериальной при весенней виремии карпа (RVC) не установлено протективных свойств препарата при различных способах его введения (парентерально и непосредственно в воду) [13]. Тем не менее, эти работы позволили определить пути дальнейших исследований по использованию БАВ в рыбоводстве [14]. В последний период получены положительные результаты по применению в рыбоводстве пробиотиков, иммуномодуляторов и индукторов интерферона на основе природных РНК для коррекции иммунодефицитов и профилактики заболеваний рыб. При применении (внутрибрюшинно и методом ванн) синтетического полирибонуклеотидного комплекса поли (И) · поли (Ц) для защиты лососевых рыб от инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHN) и вирусного некроза эритроцитов был получен умеренный положительный эффект [15]. В целом работа носила экспериментальный, модельный характер и демонстрировала потенциальные возможности индукторов интерферона на рыбах. Вместе с тем автором исследования было выражено сомнение в перспективности применения синтетического интерферонгена в силу его высокой стоимости, отсутствия официального разрешения на его использование и других причин. К сожалению, только в последнее время эти работы получили развитие в исследованиях Jo-Ann C. Leong et al. [17] и L.W.Clem et al. [18].

Опыты по изучению противовирусной защиты карпа от рабдовирусной инфекции препаратами на основе вРНК (полирибонат) и дсРНК (вестин), разработанными в НИКТИ БАВ ГНЦ ВБ «Вектор», проводили на базе ВНИИПРХ, в секторе вирусологии института [19, 20]. Полученные результаты убедительно свидетельствуют о том, что однокитевые РНК не обладают противовирусной активностью, которая в основном обеспечивается индукцией эндогенного (или введением экзогенного) интерферона в организме. При вну-

трибрюшинном введении ридостина (вестина) противовирусная защита составляла 55–85%, а при применении полирибоната только 25%. При обработке карпов препаратами в ваннах эффективность их действия была ниже в 2 раза. В отдельных сообщениях обобщающего характера указывается на возможность нуклеината натрия (препарата на основе низкомолекулярной однонитевой РНК из дрожжей) вызывать интерферогенез [21]. По данным ряда авторов, если однонитевая РНК любого происхождения вызывает продукцию интерферона, то можно предполагать, что в структуре данной РНК имеются участки с количеством комплементарных пар оснований, соответствующих минимальным требованиям двуспиральной РНК, способной вызывать индукцию интерферона при введении в организм [22].

Индукцию интерферона у двухлеток карпа авторы изучали после однократной внутривентриальной инъекции препарата вестин в дозе 5 мг/кг ихтиомассы. Рыбам контрольной группы вводили среду Игла-МЕМ с двойным набором аминокислот и витаминов (2МЕМ). Активность эндогенных интерферонов определяли в сыворотках крови карпа спустя 1, 2, 3, 4, 7 и 9 суток с момента введения препарата. Индукцию интерферона отмечали на 2–4-е сутки с пиком активности сывороточного интерферона на 2-е сутки после введения дсРНК ($426,0 \pm 445,3$ ИЕ/мл).

Профилактическую эффективность вестина и полирибоната при экспериментальной рабдовирусной инфекции авторы изучали на однолетках карпа. Авторами получен положительный профилактический эффект препарата вестин по предотвращению рабдовирусной инфекции по сравнению с применением вРНК и контрольными рыбами. Вестин в дозе 10 мг/кг при однократном введении обеспечивал высокую степень защиты – до 70–75%. Состояние повышенной устойчивости к вирусу сохранялось у карпа более 21 дня после однократного профилактического введения вестина [22].

Согласно данным литературных источников, все возрастающее внимание уделяется изучению возможности применения иммуномодуляторов для профилактики инфекционных заболеваний рыб. Особое место среди них занимают индукторы интерферона.

С 90-х годов XX в. учеными ГНЦ ВБ «Вектор», ВНИИПРХ и ГНУ ВНИИВВиМ РАСХН была проведена большая совместная работа по формированию молекулярно-генетического направле-

ния в рыбоводстве по программе «Биотехнология в рыбоводстве». В результате этих работ впервые были предложены противовирусные препараты на основе РНК против SVC и получен совместный патент (Аликин Ю. С., Масычева В. И., Щелкунов И. С.). Были продолжены исследования по применению современных молекулярно-генетических методов для создания средств диагностики SVC с применением метода ПЦР в сочетании с секвенированием ПЦР-продуктов и рестрикционным анализом (Орешкова С. Ф., Ильичев А. А., Щелкунов И. С.).

В совместных исследованиях ГНЦ ВБ «Вектор» и ГНУ ВНИИВВиМ РАСХН впервые на основе методов анализа генома клонированы последовательности генома отечественного референсного штамма ЗЛ4 вируса ВВК и получены фаговые ДНК-зонды, пригодные для выявления РНК вируса ВВК в зараженной культуре клеток методом дот-гибридизации. Определены праймеры и отработаны условия постановки ПЦР, позволяющие идентифицировать вирус ВВК в зараженной культуре клеток и клиническом материале от рыб. Установлена нуклеотидная последовательность фрагмента гена нуклеопротеина 7 европейских и 12 отечественных изолятов вируса ВВК с целью выяснения их генетического родства. Результаты исследований позволили авторам разработать методы, наборы препаратов и инструкции по применению молекулярной гибридизации и ПЦР для выявления РНК вируса весенней виремии карпа

При создании антивирусных препаратов для борьбы с вирусными болезнями у рыб необходимо учитывать видовые особенности этиологии и патогенеза заболеваний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решение продовольственной проблемы, как и вопросов сохранения биологического разнообразия, реабилитации и защиты водной среды, требует ускоренного развития различных направлений аквакультуры. В настоящее время развитие рыбоводства в значительной мере тормозится необеспеченностью живыми стартовым кормом личинок молоди коммерчески ценных рыб и беспозвоночных, а также незащищенностью культивируемых гидробионтов от различных заболеваний [26–29].

Дальнейшее развитие аквакультуры невозможно без создания научной базы, необходимой для

повышения продуктивности и устойчивости развивающейся аквакультуры. При этом необходимо уделить особое внимание обеспечению живыми стартовыми кормами личинок разводимых рыб и ракообразных и профилактике заболеваний у объектов культивирования. К сожалению, до настоящего времени не проводятся широкомасштабные исследования по изучению влияния различных БАВ на жаброногого рачка артемия *Artemia* spp. Науплии артемий являются незаменимым стартовым кормом для личинок большинства коммерчески культивируемых рыб и ракообразных. Следует отметить еще одно направление исполь-

зования артемий в аквакультуре (морской и пресноводной). Науплисы артемий могут служить агентами передачи личинкам рыб и ракообразных пробиотиков и различных БАВ, существенно повышая эффективность формирования у них иммунитета, повышая их резистентность. Артемии, относясь к наиболее примитивным современным ракообразным, давно являются моделью для решения различных эволюционных вопросов в различных разделах биологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лукьяненко В. И. Иммунология рыб: врожденный иммунитет.– М.: Агропромиздат, 1989.– 271 с.
2. Bly J. E., Quiniou S. M.-A., Clem L. W. Environmental effects on fish immune mechanisms // Fish Vaccinology. R. Gudding, A. Lillehaug, P. J. Midtlyng, F. Brown (eds.). Dev. Biol. Stand. Basel, Karger.– 1997.– V. 90.– P. 33–43.
3. Coll J. VHS and IPN viral defection by specific amplification of genomic sequences in rainbow trout kidney extracts//Diseases of Fish and Shellfish. IV EAFP Intern. Conference, Santiago de Compostela, Spain, September 24–28, 1989. Book of Abstracts.– P. 32.
4. Arakawa C. K., Deering R. F., Higman K. H. et al. Polymerase chain reaction (PCR) amplification of a nucleoprotein gene sequence of infectious hematopoietic necrosis virus // Dis. aquat. Org.– 1990.– V. 8.– № 3.– P. 165–170.
5. Deering R. E., Arakawa C. K., Oshima K. H. et al. Development of a biotinylated DNA probe for detection and identification of infectious hematopoietic necrosis virus // Dis. aquat. Org.– 1991.– V. 11, № 1.– P. 57–65.
6. McAllister P. E., Schell W. B., Owens W. J. et al. Infectious pancreatic necrosis virus: a comparison of methods used to detect and identify virus in fluids and in tissues of fish // Proceedings of the Second International Symposium on Virus of Lower Vertebrates. July 29–31, 1991, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA.– 1991.– P. 191–201.
7. Anderson A., Cary C., Rohovec J. S. et al. Detection of infectious hematopoietic necrosis virus mRNA by in situ hybridization // Proceedings of the Second International Symposium on Virus of Lower Vertebrates. July 29–31, 1991, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA.– 1991.– P. 6–16.
8. Bernard J., Lecocq-Xhonneux F., Rossius M. et al. Cloning and sequencing the messenger RNA of the N gene of viral haemorrhagic septicaemia virus // J. Gen. Virol.– 1990.– V. 71.– P. 1669–1674.
9. Жданов В. М., Еришов Ф. И. Роль интерферона в гомеостазе // Вопр. вирусологии.– 1983.– Т. 28, № 6.– С. 757–761.
10. De Kinkelin P., Dorson M., Hattenberger-Baudouy A. M. Interferon synthesis in trout and carp after viral infection // Develop. Comp. Immunol. Suppl. 2.– 1992.– P. 167–174.
11. Bly J. E., Quiniou S. M.-A., Clem L. W. Environmental effects on fish immune mechanisms // Fish Vaccinology. R. Gudding, A. Lillehaug, P. J. Midtlyng, F. Brown (eds.). Dev. Biol. Stand. Basel, Karger.– 1997.– V. 90.– P. 33–43.
12. Ellis A. E. Current aspects of fish vaccination // Dis. aquat. Org.– 1988.– V. 4.– P. 159–164.
13. Щелкунов И. С., Щелкунова Т. И., Аликин Ю. С. Попытка использования эндонуклеазы *Serratia marcescens* для профилактики рабдовирусной инфекции у карпа // Научно-технические проблемы марикультуры в стране: тез. докл. Всесоюз. конф.– Владивосток, 1989.– С. 189–190.
14. Перспективы использования биологически активных веществ микробиологического происхождения для целей марикультуры / С. Н. Загребельный, Ю. С. Аликин, А. Б. Дужак и др. // Там же.– С. 18–19.

15. Eaton W. D. Anti-viral activity of four species of *Salmonids* following exposure to poly inosinic: cytidylic acid // Dis. aquat. Org.– 1990.– V. 9, № 3.– P. 193–198.
17. Leong J. C., Bootland L., Drennan J. et al. Development of sub-unit vaccines against fish viral pathogens: First Russia – USA symposium «Aquaculture and Fish Health», Rybnoe, 12–19 July 1998, Program and Abstracts.– Moscow, 1998.– P. 88–89.
18. Clem L. W., Barker K., Quiniou S. et al. Humoral and cellular adaptive immune mechanisms in teleosts: First Russia – USA symposium «Aquaculture and Fish Health», Rybnoe, 12–19 July 1998, Program and Abstracts.– Moscow, 1998.– P. 74.
19. Щелкунов И. С. Разработка тест-систем для идентификации возбудителя весенней виремии карпа на основе методов анализа генома: автореф. дис. ... канд. биол. наук.– Покров: ВНИИВВиМ, 2005.– 27 с.
20. Щелкунова Т. И. Перевиваемые линии клеток карпа (*Cyprinus carpio*) и сибирского осетра (*Acipenser baeri*) и их использование в ихтиовирусологии: автореф. дис. ... канд. биол. наук.– Покров: ВНИИВВиМ, 2007.– 24 с.
21. Земсков В. М., Земсков А. М. Итоги и перспективы исследования иммуномодулирующих свойств низкомолекулярной РНК // Актуальные вопросы иммунофармакологии / под ред. А. В. Вальдман, Б. С. Утешева.– М.: НИИ фармакологии АМН СССР, 1987.– С. 22–28.
22. *mРНК* как активатор протеинкиназы, индуцированной интерфероногеном/А.А.Верхацкая, Т. А. Рибинска, Л. Л. Сидорик и др.; ДАН СССР.– 1985.– Т. 280, N1.– С.233–235.
23. Аликин Ю. С., Кашперова Т. А., Подгорный В. Ф. Система лечебно-профилактических средств для поддержания ветеринарного благополучия //III Рос. науч. конф. с междунар. участием «Проблемы инфекционной патологии в регионах Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера», 27–29 сент. 2006 г. / ЦЭРИС.– С. 285–286.
24. Аликин Ю. С., Донченко А. С., Подгорный В. Ф. и др. Изучение противовирусного действия препаратов РНК у млекопитающих и рыб// Тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию ВНИИВВиМ, 13–14 нояб. 2008 г.– Покров, 2008.– С. 199–205.
25. Индукторы интерферона на основе РНК – потенциальные противовирусные средства в рыбоводстве. / Ю.С. Аликин, В. Ф. Подгорный, В. П. Клименко, И. С. Щелкунов, Т. И. Щелкунова // Рыбоводство и рыбное хозяйство.– 2011.– № 12.– С. 32–42.
26. Shadrin N. V., Anufriieva E. V. Review of the biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca) in Russia // International J. Artemia Biology.– 2012.– V. 2, № 1.– P. 51–61.
27. Shadrin N. V., Anufriieva E. V., Galagovets E. A. Artemia distribution in Ukraine and general remarks on its historical biogeography// International J. Artemia Biology.– 2012.– V.2, № 2.– P. 30–42.
28. Влияние абиотических и биотических факторов на структурно-функциональную организацию экосистем соленых озер Крыма / Е. В. Балушкина, С. М. Голубков, М. С. Голубков, Л. Ф. Литвинчук, Н. В. Шадрин // Журнал общей биологии.– 2009.– Т. 70, № 6.– С. 504–514.
29. Stolbov A. Y., Mishurov V. G., Shadrin N. V. The macrocalorimetric method in hydrobiology: description of the pilot device//Экология моря.– 2009.– Вып. 77.– P. 94–96.

THE SYSTEM OF PREPARATIONS TO SOLVE ICHTHYOPATHOLOGIC PROBLEMS IN AQUACULTURE

G. A. Nozdrin, A. B. Ivanova, Yu. S. Alikin, V. F. Podgorny

Key words: aquacultures, maricultures, viral diseases, probiotics, Polyribonate, Vestin, Ridostin, biotechnologies
The paper provides the overview of references on viral diseases and administration of anti-virus preparations in fishery.

УДК 615.45.619.–085.636; 639.3/.6.597–12.576.85.597–169

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПРОТИВОИНФЕКЦИОННЫЕ СРЕДСТВА В РЫБОВОДСТВЕ

¹Ю. С. Аликин, доктор биологических наук

¹В. Ф. Подгорный, кандидат биологических наук

¹В. П. Клименко

²И. С. Щелкунов, кандидат биологических наук

³Т. И. Щелкунова, кандидат биологических наук

¹Новосибирский государственный аграрный университет

²Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной вирусологии и микробиологии

³Институт медицинской биотехнологии ФГУН ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор»

E-mail: alikiny@mail.ru

Ключевые слова: индукторы интерферона, двухспиральная РНК (дсРНК), высокополимерная РНК (впРНК), вирусные болезни рыб, весенняя веримия карпа

*Применению иммуномодуляторов для профилактики инфекционных заболеваний рыб препаратами на основе РНК уделяется все возрастающее внимание. В работе показан защитный эффект препарата вестин на основе двухспиральной РНК из дрожжей против вирусных инфекций у карпа *Suipinus carpio L.* после однократного профилактического введения методом внутрибрюшинной инъекции или методом гиперосмотической инфльтрации (методом ванн). Применение препарата вестин на основе дсРНК из дрожжей против рабдовирусной инфекции *Rhabdovirus carpio* продемонстрировало высокую степень защиты от вируса весенней веримии карпа. Состояние повышенной устойчивости к вирусу сохраняется у карпа более 21 дня после однократного профилактического введения вестина.*

Постоянно нарастающая интенсификация рыбоводства, возникновение и развитие новых форм и методов аква- и марикультуры влекут за собой обострение проблемы инфекционных заболеваний культивируемых рыб, в том числе и вирусных болезней. Это обусловлено тем, что промышленное рыбоводство связано в большей степени со все возрастающим влиянием неадекватных условий культивирования гидробионтов, значительно отличающихся от естественных и изменяющих фенотипические ответы организма как за счет стрессовых и антропогенных факторов (crowding – скученность, hierarchy – иерархия, handling – хендлинг, confinement – ограниченность пространства, pollutants – загрязнения), так и из-за причин эколого-физиологического плана (season – сезон, temperature – температура, salinity – соленость and photoperiod – фотопериодичность) [1, 2]. Эти факторы приводят к снижению резистентности организма и возникновению заболеваний. В коррекции иммунодефицитного состояния и предупреждении развития на их фоне инфекционных заболеваний рыб значительную роль способны сыграть иммуномодуляторы и индукторы интерферона.

Исследованиями последних десятилетий в области биологически активных веществ (БАВ)

установлена важная роль рибонуклеиновых кислот (РНК) в регуляции резистентности организма теплокровных животных, повышении неспецифической устойчивости к неблагоприятным воздействиям внешней среды и коррекции иммунодефицитных состояний [3–6].

Выполненные в НИКТИ БАН ГНЦ ВБ «Вектор» (в настоящее время ИМБТ ФГУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора) исследования по разработке иммуномодуляторов и индукторов интерферона на основе однопитевых и двухспиральных РНК (дсРНК) позволили приступить к созданию для применения в ветеринарии стимуляторов неспецифической резистентности и противовирусных препаратов, полученных путем микробиологического синтеза с использованием дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* (коммерческие названия – полирибонат и вестин соответственно).

В сравнении с теплокровными, иммуномодуляция и индукция интерферона у низших позвоночных, в частности рыб, изучены недостаточно [7, 8]. В то же время большой ущерб, наносимый рыбоводству вирусными заболеваниями, и отсутствие надежных средств защиты от них определяют необходимость испытания указанных препаратов и на рыбах. Помимо практической ценности, результаты такой работы позволили бы расширить

представления об особенностях противовирусной защиты у млекопитающих и рыб.

Весенняя вирусная инфекция карпа (SVC) является основным вирусным заболеванием, зарегистрированным у культивируемых рыб в России, среди которых карп *Cyprinus carpio* L. традиционно занимает главное место. Болезнь вызывается вирусом *Rhabdovirus carpio* (RVC). Она широко распространена также и за рубежом и наносит в целом значительный ущерб карповодству. Болезнь поражает в основном южные и центральные районы РФ, другие государства СНГ, Европы, Америки, отмечена в Китае. Диагностика и профилактика заболевания в стране базируется на методах традиционной вирусологии и общей ветеринарии и не отвечает потребностям современной аквакультуры. И хотя SVC давно наносит ощутимый урон рыбоводству России, разработка экспрессных методов специфической диагностики и надежных способов профилактики болезни продолжает оставаться насущной проблемой [9, 10].

Антивирусному действию индукторов интерферона на рыбах посвящены публикации [11], хотя мысль о возможности их применения в рыбоводстве высказывалась ранее [12]. Авторы испытывали синтетический полирибонуклеотидный комплекс поли (И) · поли (Ц), хорошо известный в качестве стимулятора интерфероногенеза у теплокровных, для защиты лососевых рыб от инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHN) и вирусного некроза эритроцитов. Применение одной дозировки препарата при внутривентральном введении и одной при обработке методом ванн позволило получить умеренный положительный эффект. В целом работа носила чисто экспериментальный, модельный характер и продемонстрировала потенциальные возможности индукторов интерферона на рыбах. Вместе с тем было выражено сомнение в перспективности применения синтетического интерферонгена в силу его высокой стоимости, отсутствия официального разрешения на его использование и других причин [11]. Способность рыб (карап и форель) вырабатывать интерферон в ответ на вирусную инфекцию была установлена ранее [13]. Только в последующее время эти работы получили развитие в исследованиях молекулярных механизмов иммуногенеза у рыб [14, 15].

Сравнительный анализ инфекционной патологии у высших и низших позвоночных организмов (в первую очередь при вирусных заболеваниях) предполагает наличие общих закономерностей этиологии и патогенеза. Возникновение

иммунодефицитных состояний, выраженность фагоцитарных реакций присущи как высшим, так и низшим позвоночным. В то же время можно предполагать, что видовые особенности макро- и микроорганизмов, филогенез вирусов должны проявиться при разработке профилактического и терапевтического применения нового класса препаратов на основе одно- и двуспиральных РНК.

Таким образом, вопрос об использовании индукторов интерферона и иммуномодуляторов в ихтиопатологии по сути остается открытым как в силу недостаточно изученных теоретических аспектов проблемы интерфероногенеза у рыб, так и по технологическим причинам, что и послужило обоснованием цели наших исследований.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методика изучения эффективности препаратов РНК у рыб. Опыты по изучению противовирусной защиты рыб препаратами РНК проводили на базе ВНИИПРХ, в секторе вирусологии института.

Культура клеток и вирусы. Для заражения рыбы использовали *Rhabdovirus carpio* штамм М2. Вирус накапливали на перевиваемой культуре клеток карпа ЕРС. Суточную культуру клеток инокулировали вирусом, инкубировали при температуре 21,5 °С и после полной деструкции монослоя сразу использовали для заражения рыб. Рыбу заражали путем внутривентрального введения культурального вируса и методом ванн. Заражали рыб *Rhabdovirus carpio* методом ванн путем 6-часовой экспозиции вируса. Параллельно определяли титр вируса. Расчет одной тканевой цитопатической дозы (ТЦД₅₀) проводили по методу Рида и Менча [16].

Рыба. Опыты проводили в аквариальном блоке ВНИИПРХ. Опыты ставили на сеголетках, годовиках и трехлетках карпа, полученных из Центральной экспериментальной базы ВНИИПРХ, благополучной по вирусным заболеваниям. До опыта рыбу содержали в течение нескольких недель при температуре воды 7...10°С и ежедневном кормлении гранулированным кормом. Эксперименты проводили в проточных аквариумах объемом около 80 л.

Препараты. Препараты биологически активных веществ (БАВ) на основе вРНК (полирибонат) и дсРНК (вестин) были произведены в НИКТИ БАВ ГНЦ ВБ «Вектор» (в настоящее время ИМБТ ФГУН ГНЦ ВБ «Вектор»

Роспотребнадзора). Препараты разводили на среде Игла МЕМ и вводили рыбам внутривентрально. При обработке методом ванн использовали 6%-й раствор хлорида натрия и препарат вестин (2 мг/л). Эффективность действия препаратов оценивали по кумулятивной гибели и выживаемости рыб в экспериментальных и контрольных группах после вирусного заражения.

Интерферон определяли в сыворотке крови карпа после однократной внутривентральной инъекции вестина в дозе 5 мг/кг ихтиомассы. Активность интерферона устанавливали по подавлению цитопатического действия (ЦПД) тест-вируса в культурах клеток микрометодом, широко используемым при титрованиях интерферонов [17]. Активность определяли на перевиваемой культуре клеток карпа ЕРС, выращенных в 96-луночных планшетах из полистирола для иммунологических реакций с плоским дном. В каждую лунку вносили по 0,1 мл суспензии клеток (150000 кл/мл) в среде Игла с 10%-й сывороткой крупного рогатого скота. В качестве тест-вируса использовали *Rhabdovirus carpio* штамм М2. Культуры заражали 0,1 мл *Rhabdovirus carpio* штамм М2л вируса, содержащего 100 ТЦД₅₀/мл. Использовали двукратные разведения интерферонсодержащих сывороток. За титр сывороточного интерферона (в ИЕ₅₀/мл) принимали величину, обратную его наибольшему разведению, при котором наблюдается защита 50% клеток культуры от цитопатического эффекта вируса.

Фагоцитоз перитонеальных макрофагов определяли на годовиках карпа средней массой 50 г. В качестве объекта фагоцитоза использовали *Lactobacillus plantarum*. Вестин вводили в дозах 10 мг/кг ихтиомассы. Контрольным рыбам вводили физиологический раствор. Макрофаги выделяли через трое суток после внутривентрального введения рыбам 1 мл 4%-й взвеси крахмала в 0,9%-м растворе NaCl. Клетки вымывали из брюшной полости раствором Хенкса с гепарином (5 ед. акт./мл среды). Культивирование и все последующие операции проводили в среде Хенкса с добавлением 2%-й сыворотки КРС. Суспензию клеток (2,5 мл)

в концентрации 1·10⁶/мл высевали на покровное стекло, помещенное в бюкс диаметром 35 мм. Инкубацию проводили в течение 1 ч при 37°C. Для проведения фагоцитоза на монослой наносили 0,1 мл суспензии опсонизированных *Lactobacillus plantarum* в соотношении 1:25. Монослой инкубировали в течение 45 мин, отмывали, высушивали, окрашивали по Гимза-Романовскому, и готовили препарат для микроскопирования [18, 19]. Фагоцитарную активность (ФА) макрофагов (в%) оценивали отношением количества макрофагов, поглотивших *Lactobacillus plantarum*, к общему их количеству. Достоверность различий данных, полученных в опыте и контроле при обсчете 250 клеток на монослой, оценивали с помощью критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Показатели неспецифической резистентности. Индукцию интерферона у двухлеток карпа изучали после однократной внутривентральной инъекции препарата вестин в дозе 5 мг/кг ихтиомассы. Контрольной группе рыб вводили среду Игла-МЕМ с двойным набором аминокислот и витаминов (2МЕМ). Активность эндогенных интерферонов определяли в сыворотках крови карпа спустя 1, 2, 3, 4, 7 и 9 суток с момента введения препарата. Индукцию интерферона отмечали на 2–4-е сутки. Пик активности сывороточного интерферона (426,0 ± 445,3 ИЕ/мл) был зарегистрирован через 2 суток после введения дсРНК.

Важным механизмом неспецифической резистентности у рыб является фагоцитоз [20, 21]. Результаты исследования активации фагоцитоза макрофагов у карпа под действием вестина представлены в табл. 1.

Повышенная фагоцитарная активность макрофагов у карпа, развивающаяся на 3-и сутки после внутривентральной инъекции дсРНК, составляет 202,4% по сравнению со 100% в контроле и сохраняется в течение 6 суток.

Таблица 1

Действие вестина на фагоцитоз перитонеальных макрофагов сеголетков карпа

Группа	Фагоцитарная активность (ФА)			
	3 дня после инъекции		6 дней после инъекции	
	ФА	% к К	ФА	% к К
Вестин в дозе 10 мг/кг	25,5±3,4*	202,4	18,8±2,4*	152,8
Контроль	12,6±2,4	100	12,3±1,0	100

* Различия достоверны по сравнению контролем (физиологический раствор), P < 0,05.

Эффективность защиты рыб препаратами РНК от вирусной инфекции. Возможность применения препаратов вестин и полирибонат для профилактического использования при защите карпа от экспериментальной рабдовирусной инфекции изучали в следующих опытах.

Опыт 1. В работе использовали годовиков карпа со средней массой 47 г. Опытным группам по 20 рыб инъецировали препарат вестин в дозе 10 мг/кг. Контрольным рыбам вводили 0,5 мл среды Игла. Все группы рыб были рассажены в отдельные аквариумы. Температуру воды, имевшую в момент инъекции препарата 9...10°C, через сутки повышали до 14...15°C, и на этом уровне поддерживали на протяжении всего опыта. Через 2 суток рыбу заражали интраперитонеально вирусом в дозе $10^{7,35}$ TCID₅₀ на 1 рыбу. Гибель рыб в эксперименте проходила с типичными для данного заболевания признаками. Наблюдения проводили в течение 25 дней.

Динамика выживания карпов опытных и контрольных групп убедительно показывает положительный профилактический эффект препарата вестин по предотвращению рабдовирусной инфекции в опытах по сравнению с применением вРНК и контрольными рыбами. Эти данные подтверждают, что противовирусный эффект препаратов РНК у рыб, как и у млекопитающих, обусловлен действием двуспиральных РНК и, по видимому, также индукцией интерферона, тогда как одонитевые РНК (вРНК) имеют другой механизм действия. Этот механизм у млекопитающих связан с иммуномодулирующим эффектом.

Эти данные свидетельствуют о том, что эффективные дозы препарата вестин для профилактики рабдовирусной инфекции у карпа находится в пределах 1–10 мг/кг, что обеспечивает высокую степень защиты – до 70–75%.

Дальнейшие исследования по продолжительности эффекта однократного профилактического применения вестина дали неожиданные результаты.

Опыт 2. Для проведения опытов рыбу (средней массой 50 г) рассадил в 4 группы аквариумов, по 2 аквариума в каждой группе (один – опытный, а второй – контрольный). Всем опытным рыбам одновременно ввели препарат вестин в дозе 10 мг/

кг массы в объеме 0,5 мл. Контрольные рыбы в то же время получили инъекцию среды Игла (0,5 мл). Рыбу содержали на протяжении всего опыта в стандартных условиях проточности, аэрации и кормления. Температуру воды поднимали постепенно с 11 до 18°C со средней скоростью 0,25°C в сутки, моделируя весенний прогрев воды, на фоне которого в прудах развивается болезнь.

Заражение рыб каждой из 4 групп аквариумов проводили в срок и в дозах, указанных на рис. 3, представляющем результаты защиты от гибели рыб в течение 30 дней после введения препарата вестин. Защитный эффект 70% отмечали при заражении рыб спустя 21 день после внутрибрюшинного введения препарата. Более того, у рыб в опытных аквариумах 1-й и 3-й групп (заражение спустя 2 и 14 суток после введения дсРНК) вообще не наблюдали признаков заболевания, в то время как гибель рыб от весенней виремии в контрольных аквариумах этих же групп составила соответственно 85 и 55%.

Опыт 3. Более удобным и эффективным способом профилактики вирусных заболеваний рыб является метод гиперосмотической инфльтрации при введении препаратов на основе РНК. Поставлен эксперимент с годовиками карпа средней массой 40 г с обработкой указанным выше методом гиперосмотической инфльтрации и заражением *Rhabdovirus carpio* путем 6-часовой экспозиции с концентрацией вируса $10^{6,5}$ ТЦД₅₀/мл. При обработке рыб препаратами использовали 6%-й раствор хлорида натрия и препарат двуспиральной дсРНК вестин 2 мг/л. Рыб содержали при температуре 13...15°C. Наблюдения проводили в течение 45 дней. Гибель от заболевания в опытной группе составила 6,7% против 33,3% в контроле.

Результаты сравнительного анализа противовирусной эффективности одно- и двуспиральных РНК (соответственно препараты полирибонат и вестин) представлены в табл. 2. Эти данные убедительно свидетельствуют о том, что одонитевые РНК не обладают эффективной противовирусной активностью, которая в основном обеспечивается индукцией эндогенного (или введением экзогенного) интерферона в организме при введении дсРНК.

Таблица 2

Действие препаратов вестина и полирибоната на эффективность защиты годовиков карпа от рабдовирусной инфекции

Препарат	Защита, %	
	внутрибрюшинное введение	методом ванн
Вестин	55–85	25–30
Полирибонат	25	10–15

В общебиологическом плане иммунная система рыб также способна отвечать на воздействие иммуномодуляторов, как и система млекопитающих. Как отмечалось выше, интерфероновая система сформирована у низших позвоночных [1, 22]. Исследованию индукции интерферонов у рыб при вирусных заболеваниях была посвящена работа [13]. Она подтвердила общность механизма защиты от вирусных инфекций с участием интерферона как у низших, так и у высших позвоночных. Конечно, в целом исследования этих синергидных систем отстают от общего уровня мировых исследований по иммунологии млекопитающих. Однако в последнее время интенсивность изучения этой области значительно возросла. Это обусловлено тем, что, во-первых, развитие индустриального рыбоводства, возникновение новых форм и методов мари- и аквакультуры обострили проблему инфекционной ихтиопатологии, во-вторых, важнейшим фактором, определяющим иммунный статус, является токсикорезистентность рыб к многочисленным факторам загрязнения окружающей среды и вод [2, 23].

ВЫВОДЫ

1. Изучению возможности применения иммуномодуляторов для профилактики инфекционных заболеваний рыб уделяется все возрастающее внимание. Особое место среди них занимают индукторы интерферона.
2. Показан защитный эффект препарата вестин на основе двуспиральной РНК из дрожжей против вирусных инфекций у карпа после однократного профилактического введения методом внутривентральной инъекции или методом гиперосмотической инфльтрации (методом ванн). Изучение влияния препарата вестин на основе дсРНК из дрожжей продемонстрировало высокую степень защиты от вируса весенней виремии карпа. Показано, что состояние повышенной устойчивости к вирусу сохраняется у карпа более 21 дня после однократного профилактического введения вестина.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лукьяненко В. И. Иммунология рыб: врожденный иммунитет.– М.: Агропромиздат, 1989.– 271 с.
2. Bly J. E., Quiniou S. M.-A., Clem L. W. Environmental effects on fish immune mechanisms // Fish Vaccinology. R. Gudding, A. Lillehaug, P. J. Midtlyng, F. Brown (eds.). Dev. Biol. Stand. Basel, Karger.– 1997.– V. 90.– P. 33–43.
3. Селиванов А. В., Бояринцев Л. Е., Груздев К. Н. Испытание индукторов интерферона на животных // Ветеринария.– 1987.– № 10.– С. 29–31.
4. Носик Н. Н., Ершов Ф. И., Николаева О. В. и др. Интерферониндуцирующая и противовирусная активность дсРНК дрожжевого происхождения // Вопр. вирусологии.– Т. 29, № 6.– С. 718–720.
5. Тимофеев И. В., Чаплыгина С. Р., Зорин В. В. и др. Сравнительное исследование индукторов интерферона, полученных из природных источников // Антибиотики и мед. биотехнология.– 1987.– Т. 32, № 2.– С. 144–147.
6. Земсков В. М., Земсков А. М. Итоги и перспективы исследования иммуномодулирующих свойств низкомолекулярной РНК // Актуальные вопросы иммунофармакологии / под ред. А. В. Вальдман, Б. С. Утешева / НИИ фармакологии АМН СССР.– М., 1987.– С. 22–28.
7. Загребельный С. Н., Аликин Ю. С., Дужак А. Б. и др. Перспективы использования биологически активных веществ микробиологического происхождения для целей марикультуры // Научно-технические проблемы марикультуры в стране: тез. докл. Всесоюз. конф.– Владивосток, 1989.– С. 18–19.
8. Anderson D. P., van Muiswinkel W. B., Roberson B. S. Effects of chemically induced immune modulation on infectious diseases of fish//M.Kende, J. Gainer, M. Chigiros (Eds) Chemical Regulation of Immunity in Veterinary Medicine. Alan R. Liss, Inc., N.– Y., 1984.– P. 187–211.
9. Щелкунов И. С. Разработка тест-систем для идентификации возбудителя весенней виремии карпа на основе методов анализа генома: автореф. дис. ... канд. биол. наук.– Покров: ВНИИВВиМ, 2005.– 27 с.
10. Щелкунова Т. И. Перевиваемые линии клеток карпа (*Cyprinus carpio*) и сибирского осетра (*Acipenser baeri*) и их использование в ихтиовирусологии: автореф. дис. ... канд. биол. наук.– Покров: ВНИИВВиМ, 2007.– 24 с.

11. *Eaton W.D.* Anti-viral activity of four species of *Salmonids* following exposure to poly inosinic: cytidylic acid // *Dis. aquat. Org.*– 1990.– V. 9, № 3.– P. 193–198.
12. *Ellis A.E.* Current aspects of fish vaccination // *Dis. aquat. Org.*– 1988.– V. 4.– P. 159–164.
13. *De Kinkelin P., Dorson M., Hattenberger-Baudouy A.-M.* Interferon synthesis in trout and carp after viral infection // *Develop. Comp. Immunol. Suppl.* 2.– 1982.– P.167–174.
14. *Leong J.C., Bootland L., Drennan J. et al.* Development of sub-unit vaccines against fish viral pathogens: First Russia – USA symposium «Aquaculture and Fish Health», Rybnoe, 12–19 July 1998, Program and Abstracts.– Moscow, 1998.– P. 88–89.
15. *Clem L.W., Barker K., Quiniou S. et al.* Humoral and cellular adaptive immune mechanisms in teleosts: First Russia – USA symposium «Aquaculture and Fish Health», Rybnoe, 12–19 July 1998, Program and Abstracts.– Moscow.– 1998.– P. 74.
16. *Reed L.J., Muench H.A.* A simple method of estimating fifty percent endpoints // *American J. of Hygiene.*– 1938.– V. 24.– P. 493–497
17. *Ершов Ф.И., Сайиткулов А.М.* Микрометод для изучения индукторов интерферона in vitro // *Вопр. вирусологии.*– 1984.– Т. 29, № 6.– С. 756–757.
18. *Stossel T.P.* Phagocytosis: recognition and injection // *Semin. Hematol*, 1975.– V. 12.– P. 83–116.
19. *Иммунологические методы* / под ред. Г. Фридмель.– М.: Медицина, 1987.– 472 с.
20. *Alikin Yu.S., Shchelkunov I.S., Shchelkunova T.I. et al.* Prophylactic treatment of viral diseases in fish using native RNA linked to soluble and corpuscular carriers // *J. Fish Biology.*– 1996.– V. 49.– P. 195–205.
21. *Alikin Yu.S., Masycheva V.I., Shchelkunov I.S.* Interferon inducers: applications in fish disease control. Recent Advances in Marine Biotechnology. V. 5. Immunology and Pathology. Science Publ. Inc.: – 2000.– P. 357–377.
22. *Жданов В.М., Ершов Ф.И.* Роль интерферона в гомеостазе // *Вопр. вирусологии.*– 1983.– Т. 28, № 6.– С. 757–761.
23. *Bly J.E., Clem L.W.* Temperature and teleost immune functions // *Fish & Shellfish Immunology.*– 1992.– № 2.– P. 71–159.

POTENTIAL ANTI-INFECTUOUS REMEDIES IN FISHERY

Yu.S. Alikin, V. F. Podgorny, V. P. Klimenko, I.S. Shchelkunov, T.I. Shchelkunova

Key words: interferon inducers, RNA double helix (dhRNA), high polymeric RNA (hpRNA), virus diseases of fish, spring verimia of carp

*Increasing attention is paid to administration of immunomodulators based on RNA in order to take preventive measures against infectious diseases of fishes. The paper shows a defensive effect of the yeast double helix RNA-based preparation Vestin against virus infections in carp *Cyprinus carpio* L. after a single intra-abdominal preventive injection or hypersmotic infiltration (bath method). The application of yeast dhRNA-based preparation Vestin against rhabdovirus infection *Rhabdovirus carpio* demonstrated a high level of protection from the virus of carp spring verimia. The carp maintains the condition of increased resistance to the virus for over 21 days after a single preventive introduction of the Vestin.*

УДК: 636.5.033.085.16:612.11

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭРИТРО-, ЛЕЙКОПОЭЗА И СИНТЕЗА ГЕМОГЛОБИНА У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ОАО «НОВОСИБИРСКАЯ ПТИЦЕФАБРИКА»

Е. А. Дегтярев, соискатель

Д. Е. Аносов, соискатель

С. Ю. Жбанова, кандидат ветеринарных наук

О. С. Котлярова, старший преподаватель

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: nich@nsau.edu.ru

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, адаптационные способности, естественная резистентность, эритропоэз, лейкопоэз, гемоглобин

Дана сравнительная морфологическая оценка цыплят-бройлеров по показателям эритро-, лейкопоэза и синтеза гемоглобина в онтогенетической динамике.

Бройлерное птицеводство в Новосибирской области, как и в целом по РФ, ежегодно наращивает темпы производства мяса птицы и продуктов его переработки. Ярким примером тому может служить птицефабрика «Новосибирская» с общим посадочным поголовьем 1,7 млн бройлеров. Решая вопросы воспроизводства через завоз цыплят, через собственное родительское стадо, и осуществляя затем интенсивный откорм поголовья, специалистам фабрики приходится порой «решать уравнение со многими неизвестными». Одной из таких проблем является достижение наиболее высоких адаптационных способностей цыплят-бройлеров на всем протяжении их откорма, то есть цыплят с высокими резистентными качествами, активно откликающихся на сбалансированные рационы. Это, в свою очередь, может быть достигнуто применением иммуностимулирующих средств, как общего, так и узконаправленного действия [1, 2]. Для этого необходимы научные знания о физиологии развития организма птицы в полной динамике ее существования, в частности следует изучить особенности становления иммунокомпетентной системы (ИКС) и факторов естественной резистентности (ЕР) по показателям: морфологического состава крови, синтеза гемоглобина, количественного состава отдельных популяций клеток белой крови, уровня иммуноглобулинов основных классов и обмена веществ [3]. Именно такая панель наиболее информативных тестов позволит с максимальной объективностью дать характеристику общему гомеостазу организма цыплят-бройлеров в онтогенезе.

Цель исследований – изучить динамику эритро-, лейкопоэза птицы в онтогенезе.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования включали отбор цыплят разных возрастов в количестве 15–20 голов в одни и те же сроки забора проб крови (в течение суток). Цыплят подбирали в разных птичниках в периоды выращивания 5, 10, 14, 18, 25, 29, 36 и 42 суток. Такая плотная динамика, с интервалом 4–6 суток, позволила получить наиболее ценные результаты.

Размещение разновозрастных цыплят в 8 птичниках не могло служить основанием для вывода о методической погрешности в исследованиях. Все птичники работали в совершенно автономной замкнутой системе, используя единое технологическое оборудование и общую кормовую базу, включая премиксы.

Морфологический состав крови цыплят определяли по общепринятым в гематологии методикам, включая такой элемент, как выведение лейкограмм. Для определения гемоглобина в крови использовали гемоглобинометр марки ГС-3. Статобработку всего цифрового материала осуществляли с использованием стандартных компьютерных программ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценивая эритропоэз (табл. 1), можно с уверенностью говорить о том, что наиболее стабильное его повышение у цыплят-бройлеров наступает с 18-дневного возраста, удерживаясь до окончания откорма (до 42 суток). Причем наиболее высоким этот показатель был в возрасте 36 суток. Разница по этому показателю была достоверна у цыплят до двухнедельного возраста с 29-суточными цыплятами.

Таблица 1

Показатели эритро-, лейкопоза у цыплят-бройлеров в онтогенезе

Возраст, суток	Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	Лейкоциты, $\times 10^9/л$	Нб, г/л
5	3,0 \pm 0,3*	23,4 \pm 1,4	67,0 \pm 0,4
10	3,8 \pm 0,1	15,3 \pm 1,3	67,0 \pm 0,3
14	3,2 \pm 0,4	28,0 \pm 1,3	63,0 \pm 0,2
18	3,9 \pm 0,2	22,4 \pm 1,1	73,0 \pm 0,2
25	3,9 \pm 0,2	27,2 \pm 0,6	84,0 \pm 0,4
29	4,5 \pm 0,6*	32,4 \pm 1,5	62,0 \pm 0,2
36	5,1 \pm 1,6	31,0 \pm 1,5	77,0 \pm 0,7
42	4,2 \pm 0,3	29,8 \pm 0,3	82,0 \pm 0,2

* Разница между значениями достоверна.

Таблица 2

Показатели морфологического состава крови у цыплят-бройлеров в онтогенезе, %

Возраст, суток	Базофилы	Эозинофилы	Псевдоэозинофилы	Моноциты	Лимфоциты
5	1,9 \pm 0,1	2,0 \pm 0,4	30,1 \pm 0,5	2,3 \pm 0,1	63,7 \pm 0,2
10	2,0 \pm 0,1	1,8 \pm 0,1	29,2 \pm 0,6	2,0 \pm 0,2	65,0 \pm 0,9
14	1,5 \pm 0,3	2,2 \pm 0,2	30,3 \pm 0,6	2,2 \pm 0,3	63,8 \pm 0,7
18	1,0 \pm 0,1	1,2 \pm 0,2	30,2 \pm 0,3	2,0 \pm 0,3	65,8 \pm 0,7
25	1,8 \pm 0,3	2,1 \pm 0,4	25,1 \pm 0,3	2,5 \pm 0,1	69,5 \pm 0,2
29	1,0 \pm 0,4	1,8 \pm 0,2	29,2 \pm 0,3	2,6 \pm 0,4	65,4 \pm 0,3
36	1,1 \pm 0,5	2,1 \pm 0,2	28,2 \pm 0,1	2,6 \pm 0,3	66,0 \pm 0,4
42	1,5 \pm 0,1	2,3 \pm 0,2	29,2 \pm 0,3	2,0 \pm 0,3	65,0 \pm 0,4

Таким образом, заметное нарастание эритропоза у цыплят-бройлеров начиналось после 14-суточного возраста.

Активизация лейкопоза начиналась с 25-дневного возраста, оставаясь относительно стабильно высокой до конца откорма бройлеров. Вместе с тем в динамике отдельных элементов белой крови (табл. 2) в онтогенезе существенных различий мы не выявили. Можно лишь отметить несколько повышенную концентрацию псевдоэозинофилов в крови цыплят до 18-суточного возраста (с 29,2 \pm 0,6 до 30,2 \pm 0,3 %), что, по-видимому, является результатом первичной реакции организма цыплят на биотические, в том числе микробной природы, факторы среды.

По динамике концентрации в крови моноцитов следует отметить, что начиная с 25-суточного возраста и до 36-го дня уровень макрофагов крови находился на верхних пределах. В эти же возрастные периоды аналогичную динамику мы регистрировали и по иммуноцитам (лимфоцитам). Последнее указывает на относительно стабильное состояние ИКС птицы.

И, наконец, рассмотрим динамику синтеза гемоглобина (см. табл. 1), отражающего, как известно, способность организма обеспечивать кислородное питание органов и тканей. С возрас-

том у цыплят шло нарастание этого показателя (исключение составили 2- и 4-недельные цыплята). В остальном практически до конца откорма сохранялся высокий показатель гемоглобина (82,0 \pm 0,2 г/л в 42 дня), что служит подтверждением создания комфортных условий для выращивания птицы и ее благополучия в целом.

ВЫВОДЫ

1. В условиях промышленного выращивания у цыплят-бройлеров нарастание эритропоза начинается после двухнедельного возраста, что является результатом активации собственной системы кроветворения.
2. Выявлена стабильно высокая потенциальная емкость псевдоэозинофилов у цыплят-бройлеров в течение всего периода откорма, что указывает на хорошие адаптационные возможности.
3. У цыплят-бройлеров в условиях птицефабрики имеет место постепенное (с возрастом) нарастание синтеза гемоглобина, сохраняющееся до конца откорма, что служит позитивным фактором благополучия птицы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шацких Е.В., Лебедева И.А., Зеленская О.В. Особенности кормления цыплят-бройлеров в ранний постнатальный период // Роль молодых ученых в реализации национального проекта «Развитие АПК»: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 2.– М.: МГАУ, 2007.– С. 328–331.
2. Организм и условия его существования едины: проблемы адаптации и экологической физиологии животных / П.Н. Смирнов, М.А. Иванова, А.И. Павлова, И.М. Донник, Т.В. Мальцева // Адаптация, здоровье и продуктивность животных: сб. докл. Сиб. межрегион. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 22–23 мая 2008 г.).– Новосибирск, 2008.– С. 200–202.
3. Черкасова В.В., Зеленский К.С. Гематологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров в онтогенезе/ В.В. Черкасова, К.С. Зеленский // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та.– 2009.– № 4 (24).– С. 60–63.

AGE DYNAMICS OF INDEXES OF ERYTHRO-LEUKOPOIESIS AND HEMOGLOBIN IN BROILER-CHICKENS OF JSC «NOVOSIBIRSKAYA PTITSEFABRIKA» (NOVOSIBIRSK POULTRY FARM)

E. A. Degtyarev, D. E. Anosov, S. Yu. Zhanova, O. S. Kotlyarova

Key words: broiler-chickens, adaptation abilities, native resistance, erythropoiesis, leukopoiesis, hemoglobin

The article gives morphological estimation of broiler-chickens for the indexes of erythro-leukopoiesis and hemoglobin synthesis in ontogenetic dynamics

УДК 618:616–006:636.22/20

ВЛИЯНИЕ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК НА ИММУННЫЙ ОТВЕТ У МЫШЕЙ BALB/c, ЗАРАЖЕННЫХ ВИРУСОМ ЛЕЙКОЗА РАУШЕРА И ПЕРЕНОСИМОСТЬ ПРЕПАРАТОВ СУБАЛИН И СИЛЬВЕРОЛ

¹Я.Л. Русакова, младший научный сотрудник

²С.Н. Магер, доктор ветеринарных наук, профессор

³В.В. Храмцов, доктор ветеринарных наук, профессор

¹Научно-исследовательский институт переливания крови им. академика Е.Н. Мешалкина

²Новосибирский государственный аграрный университет

³Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Россельхозакадемии

E-mail: prorekt_ur@mail.ru

Ключевые слова: модель экспериментального лейкоза, лейкоз Раушера у мышей, мононуклеарные стволовые клетки, иммунный ответ, противолейкозная терапия, переносимость, пробиотик субалин, препарат серебра сильверол, пролиферация спленоцитов

Обсуждается влияние стволовых клеток на развитие иммунного ответа у мышей в процессе экспериментального заражения вирусом лейкоза Раушера. А также представлены результаты терапии препаратами субалин и сильверол.

Модель лейкоза Раушера – это модель экспериментального лейкоза вируса Раушера (RLV–вирус), вызывающего у мышей эритробластоз, реде лимфолейкоз или миелолейкоз [1]. Инфекция восприимчивых мышей, таких как BALB/c, вирусом Раушера приводит к быстрой, постоянной вирусемии, пролиферации эритроидных клеток-предшественников, анемии и спленомегалии [2, 3]. Особенности иммунологического ответа при лейкозе Раушера у мышей изучены недостаточ-

но. Известно, что восприимчивость к лейкемии Раушера контролируют, по крайней мере, два гена [4]. Некоторые исследователи, например В. Morse [5], указывают на медленное прогрессивное ухудшение эритропоэза у мышей BALB/c, зараженных RLV, развивающуюся гипохромную анемию, неэффективный эритропоэз и инфильтрацию печени, селезенки, периферической крови эритроидными клетками-предшественниками.

В своих работах, посвященных изучению гемопозза мышей, инфицированных вирусом лейкоза Раушера, de N. J. Both с соавт. наблюдали через 5 дней после заражения возникновение лейкоэмических островков в красной пульпе, которые быстро распространялись по всей селезенке, и, спустя 3 недели после инфекции, приблизительно 60% селезенки состояли из больших незрелых эритробластоподобных клеток [6]. Отмечали также тромбоцитопению [7]. Есть исследования, подтверждающие, что важную роль в защите организма против этого ретровируса выполняют макрофаги [8].

В большинстве исследований зараженные мыши умирали спустя 4–6 недель после инфекции, обычно из-за разрыва чрезвычайно увеличенной селезенки. Вирус лейкомии Раушера вызывает иммунодепрессию в организме восприимчивых мышей с ослаблением стимуляции Т-лимфоцитов [9–11] с помощью механизмов, сходных с механизмами вирусов кори, вируса иммунодефицита человека и цитомегаловируса [12].

В вопросах эффективной противолейкозной терапии остается много не изученного. В публикациях появляются сообщения об изучении воздействий препаратов разных групп для терапии опухолей, в том числе лейкозов. В. М. Бергольд, Н. С. Кисляк, В. С. Еремеев [13] изучили и разработали оптимальный вариант лечения лейкоза Раушера в эксперименте на мышах с применением разных комбинаций ЦФ и ПАФ. ЦФ–циклофосфамид, алкилирующее средство, которое оказывает противоопухолевое, цитостатическое, иммунодепрессивное действие. ПАФ – адьювант Фрейда полный – масляная эмульсия, содержащая жирные кислоты и вакцину БЦЖ или липополисахариды микобактерий туберкулеза.

В настоящее время в результате внутривидового скрещивания выведено много пород и линий мышей, характеризующихся высокой или, наоборот, низкой заболеваемостью спонтанным лейкозом. С учетом этого некоторыми исследователями предпринимались попытки экспериментального воспроизведения лейкоза с последующим применением средств стабилизации или лечения патологического процесса.

Цель исследований – изучить особенности иммунного ответа у мышей, зараженных RLV, на одномоментное введение вируса лейкоза Раушера с мононуклеарными стволовыми клетками, оценить переносимость и воздействие пробиотика субалина и препарата серебра сильверола.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнялась в 2009–2011 гг. в лаборатории экспериментальной хирургии и морфологии ФГУ ННИИПК Росмедтехнологий (зав. лаб. д-р мед. наук, проф. П. М. Ларионов); часть исследований (оценка функциональной активности лимфоидных клеток *in vitro* при тестировании спонтанной, Т- и В-митоген-индуцированной пролиферации клеток селезенки) была проведена на базе Научно-исследовательского института клинической иммунологии (д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник О. П. Колесникова).

Работа проводилась на 8 группах животных по 12 голов в каждой. Схема постановки включала использование антигена (АГ), стволовых клеток (СК), субалина, сильверола, АГ+СК, АГ+субалин, АГ+сильверол интактных животных (контроль). Для оценки функциональной активности лимфоидных клеток изучали влияние антигенов на спонтанную и стимулированную митогенами пролиферацию спленоцитов. Пролиферативную активность клеток оценивали по включению H^3 -тимидина в ДНК делящихся клеток. Результаты оценивали в имп/мин. на 100×10^3 клеток, подсчитывали средние значения по триплету. Оценку данных проводили в абсолютных значениях.

Методом микрофотографирования в крови определяли абсолютное количество лейкоцитов и эритроцитов с последующим выведением лейкоцитарной формулы. Были выведены кривые летальности мышей. Наблюдение за мышами проводили в течение 11 мес.

Статистическую обработку полученных данных проводили методом подсчета средних арифметических (M), стандартных ошибок (m). В таблицах информация представлена в виде $M \pm m$. Уровень значимости различий вариационных рядов оценивали параметрическим t -критерием Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Была экспериментально воспроизведена хроническая форма лейкоза Раушера мышей. Путем пальпаторного метода исследования определяли размеры селезенки (2 раза в неделю). В группе «АГ» увеличение селезенки у животных произошло на 4-й неделе после заражения. Такие же изменения были зарегистрированы у мышей в группе «АГ+ субалин». Животные, которым вводили

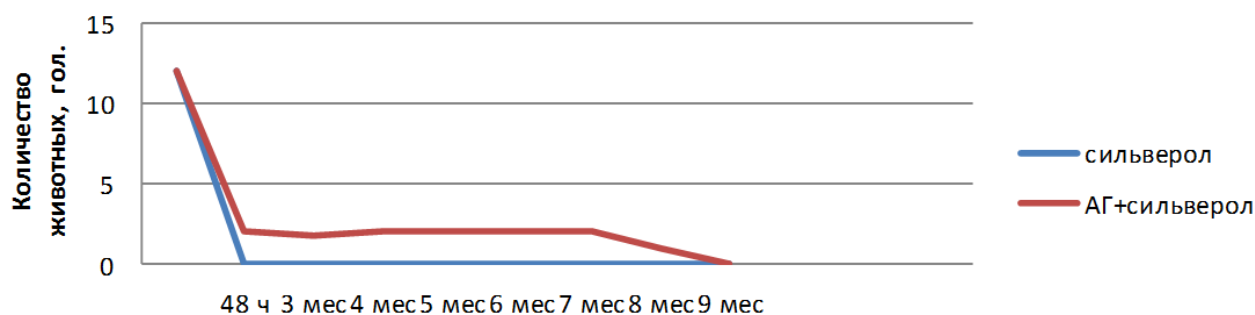


Рис. 1. Кривая летальности мышей групп «Сильверол», «АГ+сильверол»

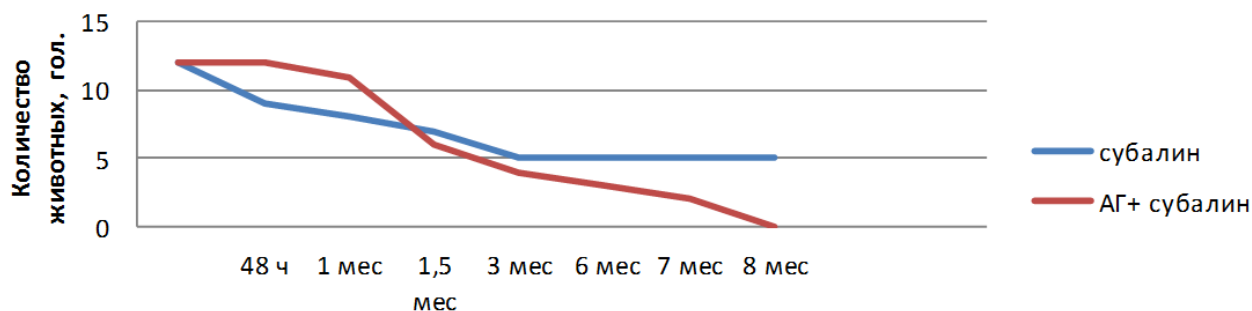


Рис. 2. Кривая летальности мышей групп «Субалин», «АГ+субалин»

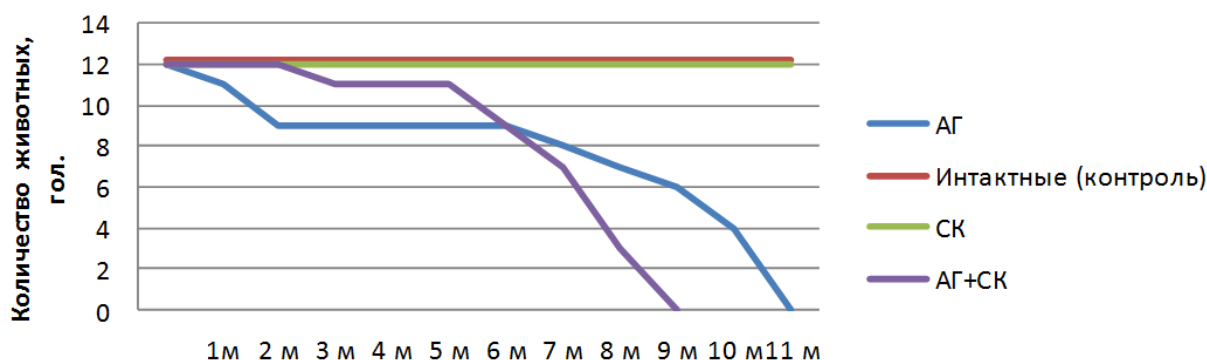


Рис. 3. Кривая летальности мышей групп «АГ», интактные (контроль), «СК», «АГ+СК»

сильверол, погибли в течение первых двух суток с явлениями перитонита. Животные, зараженные вирусом, гибли постепенно в течение 11 мес, начиная с 25-го дня после заражения. К этому сроку наблюдения (11 мес), летальность этой группы составила 100%. В группе «АГ+СК» первое животное погибло через 3 мес после заражения, другие в последующем в течение 9 мес. В группе «СК» выживаемость животных составила 100%. В группе «Субалин» в течение 2,5 мес погибло 58,3% животных. Примерно такая же летальность наблюдалась в группе «АГ+субалин» за этот же период времени. В дальнейшем оставшиеся 5 животных (41,7%) из группы «Субалин», сохраняли стабильно удовлетворительное состояние на протяжении всего времени наблюдения.

Таким образом, мы наблюдали гибель животных, которым вводили сильверол, хроническое развитие лейкоза Раушера у животных, которым

вводили вирус, и некоторую задержку гибели у мышей, которым вместе с вирусом Раушера вводили стволовые клетки.

Результаты гематологического исследования экспериментальных животных методом световой микроскопии представлены в табл. 1.

Через 7 мес после заражения наблюдали появление базофильных клеток у животных всех экспериментальных групп (кроме группы «СК»). В контрольной группе здоровых животных наблюдали достоверное увеличение палочкоядерных нейтрофилов и уменьшение моноцитов более чем в 3 раза. В группе «АГ» также регистрировали достоверное снижение в 4 раза моноцитов и появление юных клеток.

Наибольшие достоверные изменения произошли в группе «СК». Здесь имело место уменьшение количества эозинофилов в 4,4 раза, лимфоцитов – в 1,8, а также увеличение палочкоядерных

Таблица 1

Средние показатели лейкоцитарной формулы в мазках крови мышей BALB/c (расчет в% от 100 клеток)

Группа	Базофилы	Эозинофилы	Нейтрофилы			Лимфоциты	Моноциты
			юные	палочко-ядерные	сегментоядерные		
<i>Через 2 мес эксперимента</i>							
Здоровые	-	10,5±7,6	-	1,5±0,9	39,0±6,3	35,5±13, ⁿ	13,5±0,6
АГ	-	1,5±0,5	-	5,5±0,5	44±6,1	37,5±4, ⁿ	11,5±2,5
СК	-	3,5±0,5	-	4±0	20±6,1	67±1	5,5±4,6
АГ+СК	-	1±0,7	0,5±0,3	5,5±0,7	29,0±5,9	53,5±8,7	11,5±1,4
<i>Через 7 мес эксперимента</i>							
Здоровые	0,3±0,2	1,1±0,4	-	5, ⁿ ±1,1*	40,8±3,3	48,1±4,1	4,1±1,2***
АГ	0,1±0,1	1,0±0,5	0,8±0,5	5,2±1,2	55,6±5,9	34,8±6,0	2,6±0,7**
СК	-	0,8±0,4**	-	5,9±1,7**	50,6±7,7*	36,9±1,9***	6,6±2,0
АГ+СК	0,6±0,4	1,8±0,7	1,6±1,2	9,2±5	40,6±3,3	38,2±4,4	8,0±3,5

* P>0,95; ** P> 0,99; *** P> 0,999.

Таблица 2

Уровень спонтанной и стимулированной митогенами пролиферации спленоцитов у мышей экспериментальных и контрольной групп, имп/мин

Группа	6 мес			7 мес			9 мес		
	Спон	ConA	PWM	Спон	ConA	PWM	Спон	ConA	PWM
АГ	1131	1998	1242	3883	1016	50	2601	21287	20266,5
Здоровые	8136	30667	2097				1578,5	53681,5	11557
АГ+СК	2034	1209	836	5091	3347	39,4			
СК				10702	756	24,3			

и сегментоядерных нейтрофилов в 1,5 и 2,5 раза соответственно. В группе «АГ+СК», кроме появления базофильных клеток, достоверных изменений не наблюдалось. Тестирование базофилов в крови инфицированных животных может подтверждать развитие миелоидного лейкоза. Относительная монопения и нейтрофилез с появлением юных клеток в группе «АГ» также свидетельствуют о развитии лейкемии.

Разница достоверна в сопоставлении с данными одной и той же группы в разные периоды времени (2 и 7 мес эксперимента).

Количественные изменения при гематологическом исследовании показали развитие анемии в группе «АГ»: эритроцитов $3,7 \pm 1,3 \times 10^6$ в 1 мкл крови (в группе интактных животных $8,5 \pm 3,3 \times 10^6$) и увеличение абсолютного числа лейкоцитов в группе «АГ+СК»: $16,9 \pm 9,0 \times 10^3$ в 1 мкл крови (в группе интактных мышей $7,7 \pm 2,9 \times 10^3$).

Влияние антигена и стволовых клеток на спонтанную и стимулированную пролиферацию спленоцитов отражено в табл. 2.

Из представленных данных видно, что у инфицированных вирусом Раушера мышей снижается митоген-стимулированная пролиферация ($30667/1998$ имп/мин на 6 мес и $53681/21287$ имп/

мин на 9 мес), что является одним из характерных признаков развития иммуносупрессии.

Введение стволовых клеток на 6-м месяце опыта не стимулирует уровень пролиферативной активности (ConA соответственно: здоровые / АГ/ АГ + СК = $30667 / 1998 / 1209$ имп/мин). Однако на 7-м месяце наблюдения спонтанная пролиферация в группе «АГ+СК» возрастала в 1,3 раза (АГ/ АГ+СК= $3883/5091$ имп/мин), при увеличении ConA пролиферации в группе «АГ+СК» в 3,3 раза (АГ/АГ+СК= $1016/3347$ имп/мин).

Представленные результаты свидетельствуют об активизации инфекционного вирусного процесса, предопределяющего в последующем развитие лейкоза, однако требуют повторных, дополнительных исследований по изучению воздействия стволовых клеток на пролиферацию спленоцитов у мышей.

ВЫВОДЫ

1. У инфицированных мышей наблюдалось развитие лейкоза, сопровождающееся появлением базофильных клеток, в группе «АГ», снижение моноцитов в 4 раза и появление юных клеток. В группе «СК» уменьшилось коли-

- чество эозинофилов в 4,4, лимфоцитов в 1,8 раза, тогда как количество палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов увеличилось, что является характерным для развития апластических процессов и лимфом.
2. Количественные гематологические изменения показали развитие анемии в группе «АГ» и лейкоцитоз в группе «АГ+СК».
 3. Митоген-стимулированная пролиферация спленоцитов у инфицированных мышей снизилась (иммуносупрессия), и введение стволовых клеток не стимулировало уровень пролиферативной активности.
 4. Установлено, что сильверол при введении его внутрибрюшинно мышам в дозе 0,5 мл обладает токсическим эффектом, вызывая 100%-ю гибель животных в течение 48 ч. Причина этого эффекта не установлена.
 5. Выявлено, что переносимость субалина при однократном внутрибрюшинном введении мышам в количестве 1,5 дозы удовлетворительная, а введение стволовых клеток одновременно с антигеном снижает летальность мышей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Симонян Г. А., Хисамутдинов Ф. Ф. Ветеринарная гематология.– М.: Колос, 1995.– 223 с.
2. John M. Forger, III and Jan Cerny. Thymic Hormone Modulation of Leukemogenic Virus Replication/ John M. Forger, III and Jan Cerny // *Cancer Research*.– 1976.– № 36.– P. 2048–2052.
3. Leonardi GP. Sustained hypertransfusion and induction of a transplantable myeloid leukemia in RLV-A-infected BALB/c mice/Leonardi GP, Lobue J, Manthos M, Orlic D, Mitra J// *Ann N Y Acad Sci*.– 1989.– 554.– P. 88–115.
4. Varet B. Genetic control of antinuclear antibodies in mice infected with Rauscher leukemia virus/Varet B, Cannat A, Gisselbrecht S// *Cancer Res*.– 1977? Apr; 37 (4).– P. 1115–8.
5. Morse B Erythrokinetics and ferrokinetics of a viral-induced murine erythroblastosis/Morse B, Giuliani D, Fredrickson T, LoBue J.// *Blood*.– 1978.– Apr, 51 (4).– P. 623–32.
6. N.J. de Both/ The effect of Rauscher murine leukemia virus infection on the hemopoietic system of BALB/c mice. Cell proliferation and cell loss/ de Both NJ, Vermey M, van Griensven LJ. // *Exp Hematol*.– 1978, Jun;6 (6).– P. 515–27.
7. Gamba-Vitalo C. Thrombocytopenia in a retrovirally-induced murine erythroleukemia / Gamba-Vitalo C., Lobue J, Fredrickson TN, Ien SM, Pedersen J, Gordon AS, Pincus MR // *Ann Clin Lab Sci*. 1992 Nov-Dec;22 (6):385–97.
8. Sydow G. The influence of macrophages on the leukemogenic activity of Rauscher murine leukemia virus/ Sydow G, Sydow H.// *Arch Geschwulstforsch*.– 1990.– 60 (4).– 279–82.
9. Gabrilovich D. Effects of murine leukemia viruses on the function of dendritic cells / Gabrilovich D., Roberts M. S., Harvey J. J. et al. // *Eur. J. Immunol*.– 1993.– 23.– P. 2932–2938.
10. Gabrilovich D. I. Mechanism of Dendritic Cell Dysfunction in Retroviral Infection of Mice/ Gabrilovich D. I., Patterson S., Timofeev A. V., Harvey J. J., and Knight S. C.// *Clinical Immunology and Immunopathology*.– 1996.– Vol. 80, No 2.– P. 139–146.
11. Gabrilovich D. I. Murine retrovirus induces defects in the function of dendritic cells at early stages of infection/ Gabrilovich D. I., Patterson S., Harvey J. J., Woods G. M., Elsley W. and Knight C.// *Cell. Immunol*.– 1994.– № 158.– P. 167–181.
12. Nanche D. Generalized immunosuppression: how viruses undermine the immune response/ Nanche D. and Oldstone M.// *CMLS, Cell. Mol. Life Sci*.–2000.– 57.– P. 1399–1407.
13. Бергольц В. М., Кисляк Н. С., Еремеев В. С. Иммунология и иммунотерапия лейкоза.– М.: Медицина, 1978.– 404 с.

EFFECT OF STEM CELLS ON THE IMMUNE RESPONSE IN MICE BALB/C, INFECTED RAUSCHER LEUKEMIA VIRUS, AND TOLERABILITY SUBALIN AND SILVEROL

Y. L. Rusakov, S. N. Maher, V. V. Khramtsov

Key words: model of experimental leukemia, Rauscher leukemia in mice, mononuclear stem cells, immune response, protivoleykoznaya therapy, tolerability, probiotic subalin, drug silver Silverol, proliferation of splenocytes

The article discusses the impact of stem cells for the development of the immune response in mice to experimental infection of leukemia Rauschera. As well as the results of therapy medication veterinary preparations subalin and sil'verol.

МЕХАНИЗАЦИЯ

УДК 662.6/.8

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

¹В. Н. Делягин, доктор технических наук, профессор¹Н. А. Петухов, доктор технических наук, профессор²В. И. Мурко, доктор технических наук¹Сибирский НИИ механизации и электрификации
сельского хозяйства Россельхозакадемии²Сибирский государственный индустриальный
университет

E-mail: sibime@ngs.ru

Ключевые слова: водоугольное топливо, тепловые процессы, выработка электроэнергии, электроснабжение

Рассмотрены вопросы использования водоугольного топлива в качестве энергоносителя для автономных источников электроэнергии в сельскохозяйственном производстве. Определены энергетические и экономические показатели источников электроэнергии, при которых использование водоугольного топлива даст общественный эффект.

Использование водоугольного топлива (ВУТ) в качестве энергоносителя при производстве электроэнергии автономными электрическими станциями (АЭС) имеет свою специфику. Прежде всего, ВУТ по своим характеристикам и потребительским свойствам имеет неоспоримые преимущества перед традиционными видами топлива (уголь, дизельное топливо): стоимость суспензионного топлива всего на 10–20% выше стоимости основного компонента – угля, а потребительские свойства аналогичны свойствам жидкого топлива. В то же время стоимость ВУТ составляет 500–750 руб/Гкал, дизельного топлива – 2200 руб [1].

Потребительские свойства ВУТ: возможность автоматизации подачи топлива в топку, большой диапазон регулирования расхода топлива, качество сжигания до 98%, снижение выбросов вредных веществ в 2–3 раза – формируют свою технологическую область использования и, прежде всего, для регионов, где отсутствует сетевой природный газ.

Оценка эффективности использования альтернативных вариантов электроснабжения по многим причинам основывается на оценке себестоимости вырабатываемой электроэнергии. Данное обстоя-

тельство не позволяет учесть реально существующие ограничения и допущения рыночной экономики в конкретных условиях проекта.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для оценки эффективности использования ВУТ в качестве энергоносителя для процессов электроснабжения сельскохозяйственных потребителей приняты следующие (основные) допущения и ограничения:

- предприятие–производитель электрической энергии продает свой продукт на рынке по рыночным ценам;
- финансирование проекта осуществляется частично за счет собственных и заемных средств;
- учитываются существующий и прогнозный уровень инфляции;
- срок службы рассматриваемых проектов принят равным 15 годам;
- оценка эффективности инвестиционного проекта проводится для двух уровней: оценка общественной эффективности и оценка эффективности участия в проекте для предприятий и акционеров.

Последнее допущение обусловлено наличием эффекта замещения водоугольным топливом качественного жидкого топлива – товара традиционного экспорта.

Денежные потоки в фиксированных ценах и процентные ставки по займам и депозитам, индекс инфляции соответствуют устойчивому состоянию экономики. Темпы роста цен на энергоресурсы, заработную плату приняты по данным Министерства экономического развития РФ [2]. Ставка дисконта принята равной 10%.

В качестве итоговых результатов рассматриваются: суммарное сальдо трех потоков (операционный, инвестиционный и финансовый), дефлированный поток по оценке эффективности участия в проекте (текущий и накопленный), чистый дисконтированный доход (**ЧДД**), внутренняя норма доходности (**ВНД**), момент окупаемости (простой – **Tп** и дисконтированный – **Tд**), показатели по обслуживанию долга, себестоимость производства электроэнергии (**Сел**).

При оценке общественной (народно-хозяйственной) эффективности проекта общественная цена высвобождаемого (замещаемого) топлива определялась на уровне, соответствующем сумме экспортной пошлины, налога на добычу полезных ископаемых, налога с прибыли.

При расчете эффективности когенерационных источников эффект от когенерации определялся как дополнительный доход от продажи тепловой энергии по существующим тарифам для котельных мощностью до 2,5 Гкал/ч. Диапазон изменения рыночных цен на электроэнергию принят в размере 2,00–3,40 руб/кВт·ч, тепловой энергии – 1200–1500 руб/Гкал. Цепной индекс цен – 1,09–1,02.

Коэффициент неоднородности инфляции, общий и по основному продукту, 1,10–1,05. Курс рубля к доллару – 31 руб/\$. Срок проекта – 15 лет. Цены на основные энергоносители приняты на уровне 2012 г. Стоимость приготовления ВУТ принята равной 500 руб/т н.т. Калорийность ВУТ–3200 ккал/кг.

Методика расчета соответствует общепринятой методике оценки эффективности инвестиционных проектов [2]. Привязка параметров проекта к технологическому процессу осуществлялась заданием параметров: время использования максимума нагрузки (500–2000 ч/год) – максимальная электрическая мощность объекта (35–315 кВт).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Во всех рассмотренных вариантах электроснабжения сельскохозяйственных потребителей использование АЭС не выгодно (когенерация отсутствует) для потенциального инвестора (**ЧДД** < 0), включая вариант использования газового топлива. Себестоимость электроэнергии для варианта **Pmax**=315 кВт и **Tmax** =2000 ч/год составила 2,8 руб/кВт·ч (прогнозные цены) и 2,0 руб/кВт·ч (дефлированные цены).

На втором этапе рассматривались варианты с утилизацией тепловой энергии от 20 до 80%. Варианты с использованием в качестве топлива природного сетевого газа становятся привлекательными для инвестора начиная с сочетаний 175 кВт – 1500 ч/год и 140 кВт – 2000 ч/год при утилизации 50% тепловой энергии. Варианты с использованием дизельного топлива во всех рассмотренных случаях непривлекательны для инвестора. Варианты с использованием угля становятся эффективными при утилизации не менее 80% тепловой энергии начиная с параметров схемы 140 кВт–1500 ч/год, 105–2000 ч/год при цене угля 1200–1500 руб/т н.т.

Использование ВУТ становится эффективным при его цене от 700 до 850 руб/т н.т., коэффициенте утилизации тепловой энергии 50% при **Pmax** = 240 кВт **Tmax** =2000 ч/год. При ценах ВУТ 950–1200 руб/т н.т. во всех режимах работы использование становится неприемлемым для инвестора.

Использование ВУТ в процессах сельскохозяйственного производства позволяет заменить используемое в настоящее время качественное жидкое топливо. Следовательно, при оценке общественной эффективности проекта целесообразно учесть дополнительный эффект в виде увеличения объема экспорта жидкого топлива (нефтепродуктов). В данном случае рассматривается не инвестиционная привлекательность проекта, а **ЧДД** с учетом дополнительных поступлений в бюджет от экспорта замещаемого топлива.

При времени использования максимума нагрузки более 1000 ч/год, без утилизации тепловой энергии и стоимости ВУТ от 600 до 1100 руб/т н.т. **ЧДД** положителен (рис. 1).

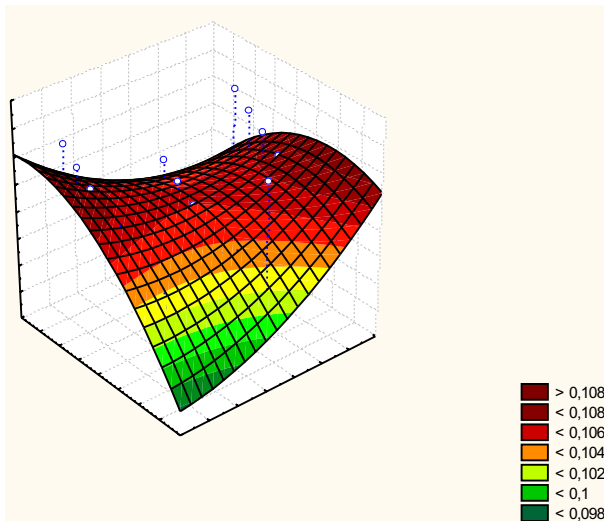


Рис. 1. Зависимость ЧДД от параметров режима выработки электроэнергии АЭС (ВУТ) ($P_{max}-T_{max}$)

При использовании когенерационного режима (50%) ЧДД положителен во всех рассматриваемых вариантах, а момент окупаемости приемлем для инвестора (рис. 2).

ВЫВОДЫ

1. Использование автономных источников энергии при существующем уровне цен на энергоносители, электрическую и тепловую энергию неприемлемо для инвестора. Варианты имеют приемлемый момент окупаемости и срок возврата долга лишь при увеличении средней отпускной цены на электроэнергию в пределах 3,5–4,5 руб/кВт · ч. При этом параметры режима производства электроэнергии составляют: по мощности – от 150 кВт и выше, по времени использования максимума нагрузки – от 1500 ч/год и более.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Деягин В. Н. и др.* Использование водоугольного топлива в тепловых процессах АПК // Ползуновский вестник: материалы 2-й Междунар. конф. «Электроэнергетика в сельском хозяйстве». Новосибирск; Барнаул, 21–23 июня 2011 г. – Барнаул, 2011. – № 2/1. – С. 239–243.
2. *Сценарные условия долгосрочного прогноза социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 г.* / Министерство экономического развития Российской Федерации. – М., 2012. – 61 с.
3. *Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов.* – 3-я ред., испр. и доп.

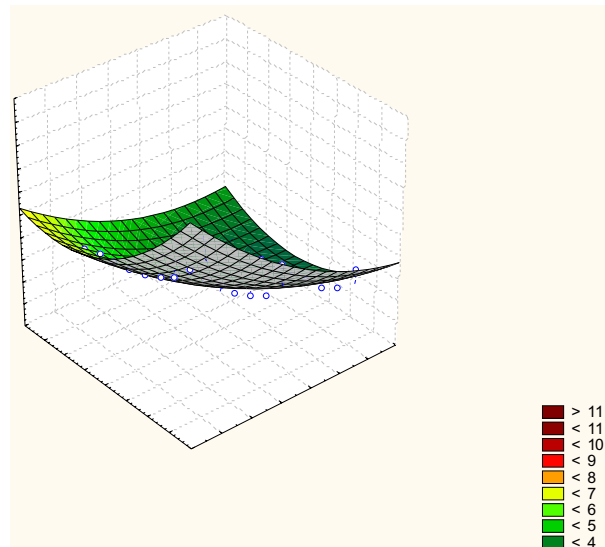


Рис. 2. Зависимость момента окупаемости АЭС (ВУТ) от параметров режима выработки электроэнергии ($P_{max}-T_{max}$)

2. Эффект от замещения качественного жидкого топлива водоугольным топливом сопоставим с доходом от реализации электроэнергии на внутреннем рынке. Для реализации данного эффекта необходимо разработать методику распределения дополнительной выручки от реализации экспортного топлива между производителем электроэнергии с использованием ВУТ и государством.

Материалы статьи подготовлены в процессе реализации проекта в рамках частно-государственного партнерства в сфере реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства при финансовой поддержке правительства Российской Федерации (шифр 2010–218–02–174 «Разработка технологии и создание пилотного образца автоматизированного энергогенерирующего комплекса, работающего на отходах углеобогащения»).

ESTIMATION OF COAL AND WATER FUEL EFFICIENCY IN ENERGY SUPPLY SYSTEMS
FOR AGRICULTURAL CONSUMERS

V.N. Delyagin, N.A. Petukhov, V.I. Murko

Key words: coal and water fuel, thermal processes, electric energy production, electricity supply

The article considers the issues of utilization of coal and water fuel as a energy-carrier for autonomous electric energy sources in agricultural production. Energy and economy indexes of the energy sources are determined and this promises that the utilization of the coal and water fuel shall produce public effect.

УДК 338.436.33.001.7

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
И АНАЛИЗА СЛОЖНЫХ СТРУКТУР АПК

¹Б. Д. Докин, доктор технических наук

¹С. А. Степчук, кандидат технических наук

²О. В. Ёлкин, кандидат технических наук

³А. Ф. Кондратов, доктор технических наук, профессор

¹Сибирский НИИ механизации и электрификации
сельского хозяйства Россельхозакадемии

²Сибирский физико-технический институт аграрных
проблем Россельхозакадемии

³Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: sibime@ngs.ru

Ключевые слова: информационно-вычислительная система, информационное, программное, организационно-функциональное обеспечение, технологическая карта, технология, структура МТП

Описана универсальная интеллектуальная информационно-вычислительная система «Катунь», разработанная для проектирования и управления развитием сложных производственных объектов. «Катунь» выполнена на основе «метамодели» производства и потребления продукции и на основе специально разработанной базы знаний.

В 2009 г. специалисты Россельхозакадемии и Минсельхоза России разработали «Стратегию машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года» [1]. Целью стратегии является обеспечение потребностей страны в продовольствии и сельхозсырье собственного производства, рост производительности труда не менее чем в 4 раза путем повышения продуктивности отраслей растениеводства и животноводства в 1,6–1,7 раза и увеличения валового производства сельскохозяйственной продукции в 1,9–2,0 раза. Необходимо также поднять уровень технологических и технических знаний в отрасли за счет создания системы инновационного развития, модернизации процесса подготовки кадров.

Для выбора направлений технологической и технической модернизации сельскохозяйственного производства [2] в СО Россельхозакадемии разработана интеллектуальная универсальная информационно-вычислительная система для про-

ектирования и управления развитием больших систем без программирования.

Структура системы состоит из типовой «метамодели» объектов управления, специальной базы знаний и программно-технического обеспечения.

В качестве контрольно-иллюстрационного примера взята авторская модель развития АПК и конкретно модель формирования МТП в растениеводстве. Программное обеспечение представлено системой «Катунь».

В качестве базового программного обеспечения «Катуни» применены:

- 1) операционные системы DOS или WINDOWS любых версий;
- 2) реляционная система управления базами данных – СУБД FoxPro любой версии [3];
- 3) система обеспечения работы компьютеров на расстоянии Team Viever;
- 4) система Microsoft Office.

Собственное программное обеспечение «Катунь» представляет собой сложную систему комплексов программ, обеспечивающих:

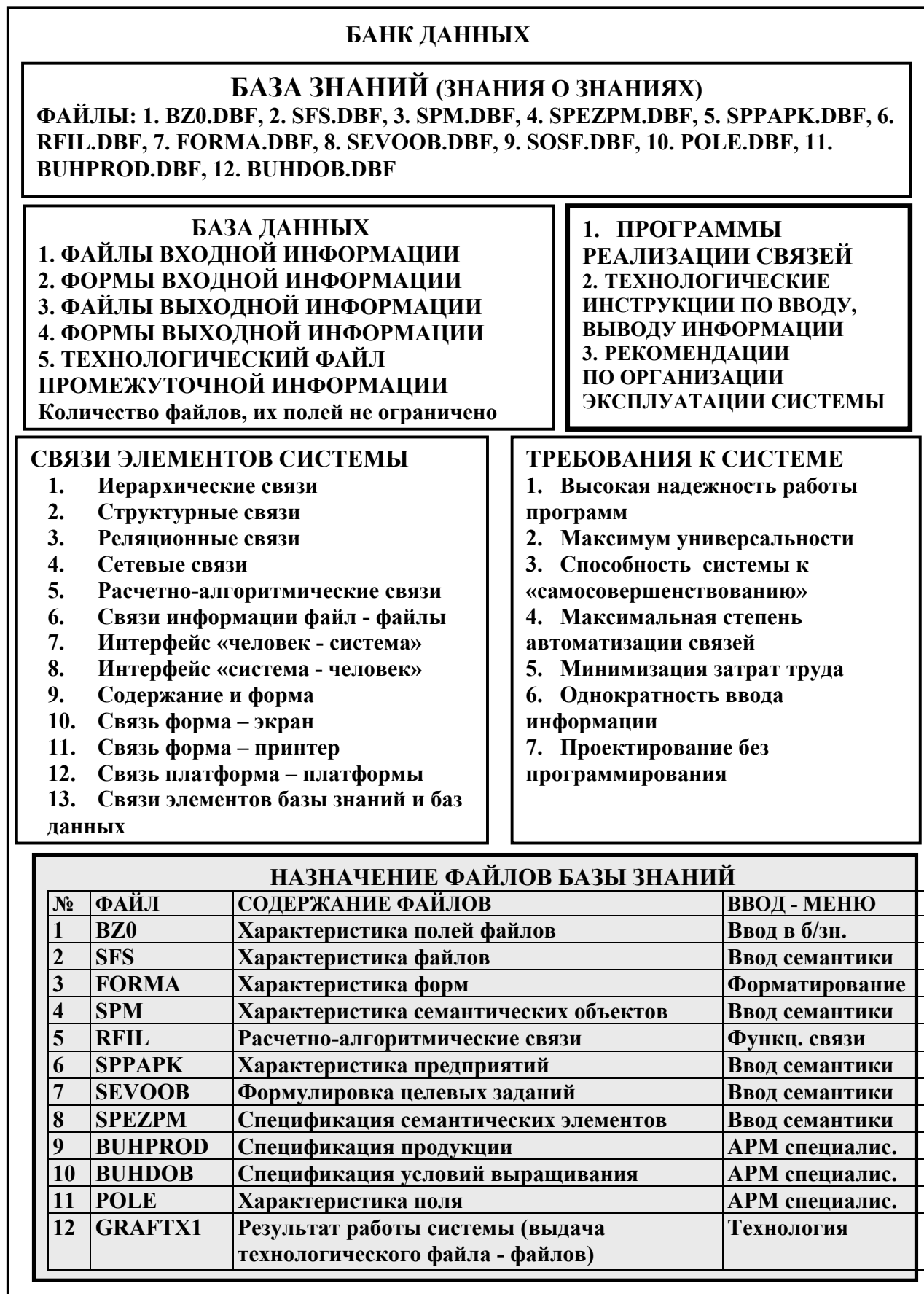


Рис. 1. Структурная схема информационно-вычислительной системы

1) все виды информационных связей, не обеспеченных системой FoxPro на высоком уровне языковых операторов;

2) все виды программных связей, осуществляющих диспетчеризацию работы программ;

3) формирование и ведение базы знаний (главная функция системы).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Структурная схема информационно-вычислительной системы представлена на рис. 1.

За методологическую основу разработки проектирующей системы принята идеология построения технологических и операционных карт, используемая как в промышленности, так и в сельском хозяйстве.

Технологическая карта в электронном виде представлена в виде «технологического» файла, содержащего поля ключевой и характеристической части (рис. 2).

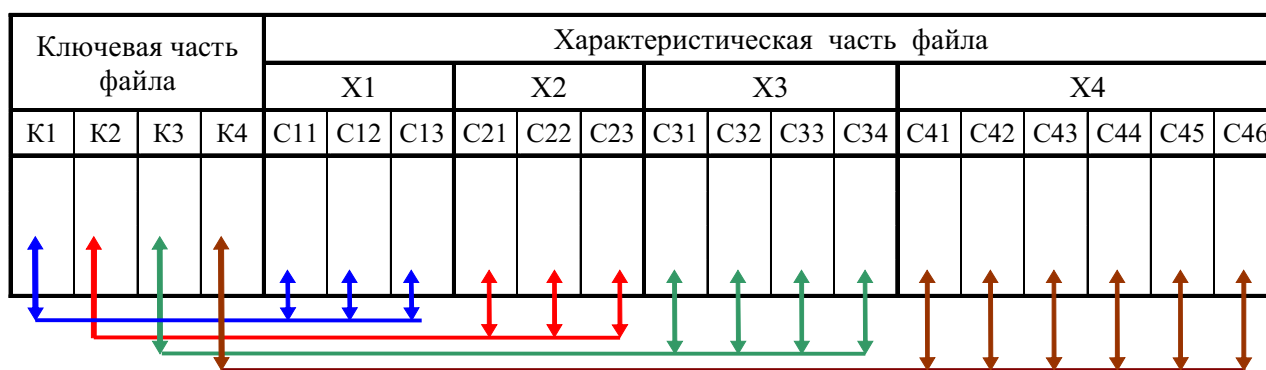
1. Утверждение (гипотеза): отображения всех естественных процессов развития любых объектов укладываются в конструкцию данного файла.

2. Отображением (описанием) экономико-математической модели развития любой системы является данный файл и описания файлов базы знаний.

3. Научная основа решений – эффективность баланса средств производства.

4. Практическая основа решений – специально разработанный метод агрегирования средств производства.

5. Теоретической основой синтаксиса высказываний являются введенные понятия «роль ключа», «структура ключа», «парность ключей».



K1, K2, K3, K4 – ключи (координаты N-мерного информационного пространства);

X1, X2, X3, X4 – характеристики ключей K1, K2, K3, K4;

C11, C12, C13 – свойства характеристики X1;

C21, C22, C23 – свойства характеристики X2;

C31, C32, C33, C34 – свойства характеристики X3;

C41, C42, C43, C44, C45, C46 – свойства характеристики X4.

Рис. 2. Принципиальная конструкция (модель) типового технологического файла

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Характеристика «ключевой части» технологического файла

Ключевая часть технологического файла содержит поля, отображающие коды и наименования: 1) экономического объекта; 2) подразделения экономического объекта; 3) объектов труда; 4) предметов труда; 5) процессов труда; 6) операций труда; 7) объектов средств труда; 8) предметов средств труда; 9) объектов результатов труда; 10) предметов результатов труда; 11) времени (года, периода планирования).

Наличие всех ключей (1–11) носит обязательный характер (характер закона) для описания развития любых экономических объектов.

Дополнительно «ключевая часть» состоит из ключей, однозначно фиксирующих отнесение содержания каждой записи к координатам контекста: 12) к определенной отрасли; 13) к определенной подотрасли; 14) к определенной агроклиматической зоне; 15) к определенной агроклиматической подзоне.

Ключи с 12 по 15 носят переменный, не всегда обязательный характер и могут или не применяться вообще, или дополняться. Фактически ключевых полей всегда больше в 2 раза, так как

кроме кода ключа необходимо отобразить и наименование каждого ключа.

Обработка информации (фиксация координаты пространства) практически всегда осуществляется по коду ключа (за редким исключением возможна фиксация координаты и по наименованию ключа). Все поля, содержащие ключи, структурированы для обеспечения отображения иерархических связей внутри каждого ключа. Все ключи «ключевой части» совместно с их структурами формируют N-мерное пространство отображения информации, описывающей экономические (технологические) объекты. Если предположить, что каждый ключ структурирован в среднем на 3 уровня, то в нашем случае N-мерное пространство выражается числом 3, возведенным в 15-ю степень, и равно 14348907. На практике это число несколько меньше из-за неполноты пересечений ключевых множеств. Естественно, что обработка такого пространства невозможна без применения экономико-математических методов и информационных технологий.

2. Содержание «характеристической части» технологического файла

«Характеристическая часть» файла состоит из отдельных групп полей, каждая из которых связана только с единственным («своим») ключом «ключевой части». В каждой группе представлены поля, в которых отображены значения конкретных свойств, характеризующих содержимое «своего» ключа. Значения некоторых полей заимствуются из других файлов (источников входной информации), значения других полей формируются методом вычислений по функциональным связям (формулам), которые отображаются и сохраняются в специальном файле. В расчетах могут участвовать все поля, независимо от ключевой принадлежности. Если предположить, что каждый ключ имеет характеристику в среднем из 10 показателей (полей матрицы), то в нашем случае, при 15 ключах, в «характеристической части» будет 150 полей, а весь файл будет состоять из 180 полей, большая часть из которых вычисляемая. Технологический массив, отображающий многовариантные способы обработки только одного поля в зернопроизводстве, содержит 200–500 записей, а матрица имеет размер ориентировочно 200×200. При большом количестве полей объем вычислений естественно большой и их невозможно выполнить без применения экономико-математических методов, без применения инфор-

мационных технологий. Следует отметить, что характеристика любого ключа может пополняться любым количеством свойств (полей), но может быть и «вырожденной», т.е. она может не иметь ни одного характеристического поля.

Наибольшие трудности доставляет процесс заимствования информации в технологический файл из других файлов. Процесс вычислений функциональных значений матрицы осуществляется проще и существенно быстрее, нежели перенос информации из одних файлов в другие. Экспериментальные работы, проведенные авторами, показали, что на «рядовых» компьютерах разрешение матрицы осуществляется за 1–2 минуты, а перенос информации из «входных» файлов в «технологический» осуществляется за 3–10 минут. Полный цикл формирования и разрешения технологической матрицы занимает 10–20 минут.

Можно на порядок ускорить работу программ обработки технологической матрицы за счет переноса всех массивов, программ в оперативную память компьютера, но для этого необходимы достаточно большой труд и временные ресурсы разработчиков.

3. Маршрутная технология – «технологические пределы» обработки информации

1. В соответствии с рис. 3 все файлы проектируемой системы описываются в базе знаний. Конструкция интеллектуальной базы знаний достаточно сложна и в пределах данной работы ее описание опускается. Она заимствуется из ранее разработанной авторами специальной системы управления базами данных («СУБД-Катунь»). Инструкции по использованию этой базы будут предоставлены пользователям в течение 1-го квартала 2012 г. В настоящее время они обкатываются в режиме лабораторных испытаний.

2. В соответствии с идеологией постановок задач, описывающих систему, и в соответствии с инструкциями по эксплуатации базы знаний СУБД специалистами, эксплуатирующими систему, готовится и вводится следующая информация:

2.1. Семантическая (словари, классификаторы, спецификаторы).

2.2. Нормативно-справочная (нормы, нормативы и ограничения, описывающие конкретный экономический объект (объекты)).

2.3. Фиксирующая фактическое состояние элементов структуры объекта, обеспеченность объекта средствами труда, материальными и трудовыми ресурсами.

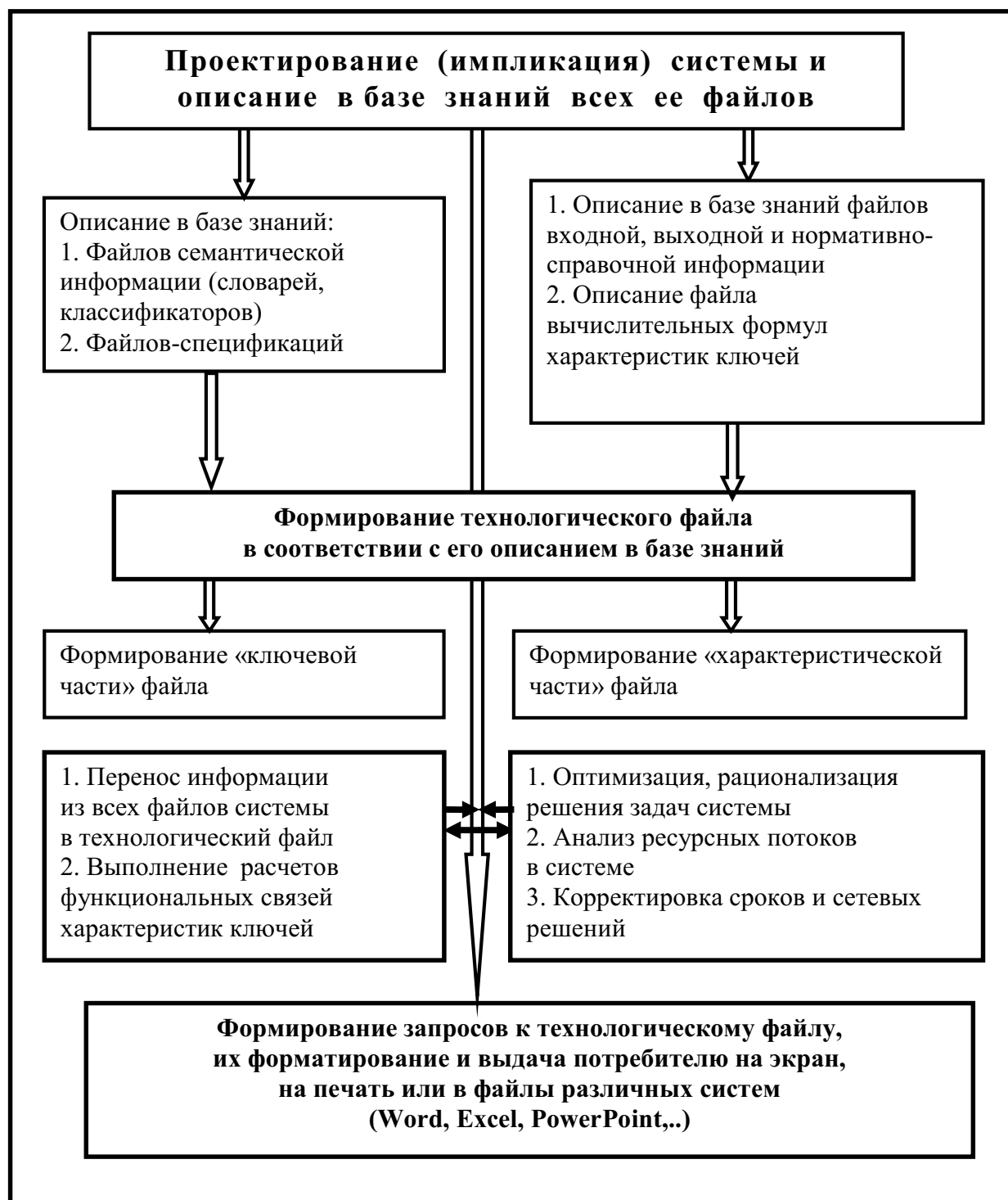


Рис. 3. Схема процесса формирования технологического файла системы

2.4. Описывающая структуру производства и перечень процессов, операций по производству каждого из продуктов.

2.5. Выражающая целевые установки развития экономического объекта.

2.6. Информация по улучшению состояния почвы полей под каждую культуру. Для этого разработана идеология и специальная система про-

грамм, обеспечивающих работу специалиста-агронома (Автоматизированное рабочее место агронома – «АРМ-агронома»).

После подготовки и ввода информации система готова к производству расчетов. Порядок работы по осуществлению расчетов обеспечивается последовательным запуском программ, реализующих различные «передель» технологического файла.

Для облегчения работы оператора все программы запускаются через систему специальных меню, вызываемых системой после окончания каждого передела. Вообще все расчеты могут производиться автоматически, и в основном вмешательство человека не требуется. «Остановы» организованы специально лишь «для сведенья», для того, чтобы специалист мог проконтролировать результаты расчетов после очередного этапа – передела. И если специалист сочтет нужным что-либо исправить, он может это сделать и продолжить расчет с момента «останова», не возвращаясь в начало процесса. Это делается через специально организованную систему «откатов» до старта последнего этапа в цепочке расчетов.

Перечень технологических переделов – этапов обработки технологического файла:

1. Запуск системы программ, формирующих технологический файл, описанный в БЗИУ.
2. Запуск программ, формирующих «ключевую часть» технологического файла.
3. Запуск программ, формирующих «характеристическую часть» файла.
4. Запуск программ, осуществляющих вычислительные процедуры функциональных расчетов производных показателей характеристик ключей.
5. Запуск программ, осуществляющих оптимизацию, рационализацию структуры средств производства (структуры МТП).

6. Запуск программ, осуществляющих сквозные расчеты по всем технологическим картам. Эти программы выявляют пики загрузки всех ресурсов (по всем датам планового периода) и оптимизируют, рационализируют состав (парка МТП). При этом вычисляют коэффициенты загрузки основных ресурсов (по отношению к нормативной загрузке), которые в дальнейшем используют для корректировок начисления заработной платы.

7. Запуск программ, извлекающих необходимую информацию из технологической матрицы (матриц) и формирующих формы выходной информации по желанию специалистов-управленцев.

8. Запуск программ, обеспечивающих вывод выходной информации на экран, на печать, на электронные носители или в системы WORD, EXCEL, PowerPoint по желанию пользователя. Выходная информация также может сохраняться и в специальной БВХФ, чтобы, с одной стороны, не загружать основной банк данных, а с другой – иметь возможность воспользоваться ранее осуществленными расчетами и выведенной информацией.

ВЫВОДЫ

Данная система дает возможность производить выбор технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур, а также обоснование структуры машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Стратегия* машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / В. И. Фисинин и др. – М.: Росинформагротех, 2009. – 80 с.
2. Докин Б. Д., Степчук Б. Д. Проектирование модернизации сельскохозяйственного производства Сибири на основе информационных технологий // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве: сб. материалов: XI Междунар. науч.-практ. конф. (14–15 сентября 2010 г., г. Углич): в 2 ч. – М., 2010. – Ч. 2. – С. 143–154.
3. Клепинин В. Б., Агафонова Т. П. Visual FoxPro 9.0. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1216 с.

UNIVERSAL INTELLIGENT SYSTEM FOR DESIGN AND ANALYSIS OF AIC COMPLEX STRUCTURES

B. D. Dokin, S. A. Stepchuk, O. V. Elkin, A. F. Kondratov

Key words: data processing system, organizational data- and software features, flow chart, technology, tractor fleet structure

The paper expounds a universal intelligent data-processing system «Katun» developed for designing and managing the advance of complex production objects. The «Katun» has been accomplished on the basis of the «metamodel» (mathematical model) of production and consumption of produce and on that of intentionally developed knowledge base.

УДК: 631.544.

ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОВОЩЕВОДСТВА

Н. М. Иванов, доктор технических наук
В. С. Нестяк, доктор технических наук
В. В. Арюпин, кандидат технических наук
С. Ф. Усольцев, кандидат технических наук
Сибирский НИИ механизации и электрификации
сельского хозяйства Россельхозакадемии
E-mail: sibime@ngs.ru

Ключевые слова: защитное сооружение экранного типа, влияние ограждающих конструкций, зональные тренды температур

Предложено техническое средство, обеспечивающее возможность полноценного выращивания теплолюбивых овощных культур в летний безморозный период. Приведены результаты исследований зональных температурных трендов, рассмотрен механизм формирования микроклимата в сооружениях экранного типа. Дана оценка степени накопления среднесуточных и среднесуточных температур и урожайности томатов в эксперименте.

При возделывании томатов в открытом грунте лимитирующим фактором является тепло. Не менее важна защита растений от неблагоприятных воздействий града, ливней, ветра в течение всего периода вегетации [1].

Различные конструкции временных укрытий предназначены только для защиты растений от заморозков и не могут применяться в течение всего периода вегетации. В СибИМЭ разработаны комплексные укрытия с автоматическим открытием вентиляции. Но их применение ограничено сложностью конструкции и высокой стоимостью [2].

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что применение комплексных укрытий в открытом состоянии, при условии высадки рассады в безморозный период, позволяет существенно увеличить общую урожайность и выход спелой продукции по сравнению с открытым грунтом. Таким образом, применение неподвижных криволинейных ограждающих конструкций позволило создать более благоприятные условия для развития растений, чем в обычных условиях открытого грунта, при хороших возможностях для проведения ручных работ по уходу за растениями и механизации технологических процессов.

Первые образцы защитных экранов были созданы в США [3] и использовались для защиты растений от ветров, ливневых осадков и солнечного перегрева, однако в дальнейшем такие конструкции не получили распространения в овощеводстве открытого грунта.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В СибИМЭ предложен новый способ выращивания овощных культур, позволяющий улучшить температурные условия вегетации растений в летний безморозный период, с использованием защитных сооружений экранного типа, предназначенных для защиты растений от неблагоприятных внешних воздействий и улучшения условий развития растений в течение всего периода вегетации. Под улучшением условий для развития растений понимается обеспечение более благоприятного уровня температур в зоне растений в дневное время за счет эффективного использования потока солнечной энергии. Эти укрытия не имеют функции защиты растений от заморозков, что намного упрощает и удешевляет их конструкцию.

Защитное сооружение экранного типа (рис. 1) состоит из двух дугообразных элементов ограждающих конструкций, расположенных оппозитно друг другу. Торцы укрытий закрыты открывающимися перегородками.

Элементы ограждающих конструкций выполнены из сотового поликарбоната, прикрепленного к металлическим дугам, имеющим прямолинейный и криволинейный участки. Ширина технологического зазора между экранами 650 мм. Высота экранов 1250 мм, ширина экрана понизу 550 мм.

Размеры выбраны из условий оптимального размещения растений, удобства доступа человека к растениям при проведении ручных культуртехнических работ, а также прохода мотоблока с фрезой при основной и междурядной обработке почвы.



Рис. 1. Экспериментальный образец защитного сооружения экранного типа



а



б



в

Рис. 2. Экспериментальное оборудование:

а – измерительный датчик в корпусе; *б* – установка датчиков на поперечной решетке между экранами; *в* – многоканальный блок сбора и хранения информации

Для определения влияния ограждающих конструкций экранного типа на температуру воздуха экспериментальный образец сооружения был оснащен комплексом приборов (см. рис. 2 *а*) для измерения температуры и сохранения результатов.

В качестве датчиков температуры использовались малогабаритные медные термосопротивления, установленные в корпусе из пенопеновой трубы с помощью держателей, выполненных из твердого пенопласта, так как датчики должны иметь минимальную тепловую инерцию (см. рис. 2 *а*). Датчики устанавливали на специальной решетке (см. рис. 2 *б*). Съем сигналов с датчиков осуществлялся регистраторами ТРМ 138. Сигналы преобразовывались в цифровой вид и передавались в модуль сбора данных МСД 100 (см. рис. 2 *в*), который с заданной периодичностью фиксировал их в файлах на карте памяти.

Настройка параметров регистраторов и модуля сбора данных осуществлялась при помощи компьютера, подключаемого через адаптер АС-4.

Исследования экранов проводились в двух положениях: с открытым и закрытым торцевым ограждением.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ полученных экспериментальных данных по изменению дневных температур в межэкранным пространстве показывает, что при открытом торцевом ограждении защитных экранов (рис. 3 *а*) величина превышения температур под укрытием по сравнению с открытым грунтом составляет 2...3 °С. При закрытом торцевом ограждении дневные температуры под укрытием превышают наружную температуру на 3...8 °С (рис. 3 *б*).

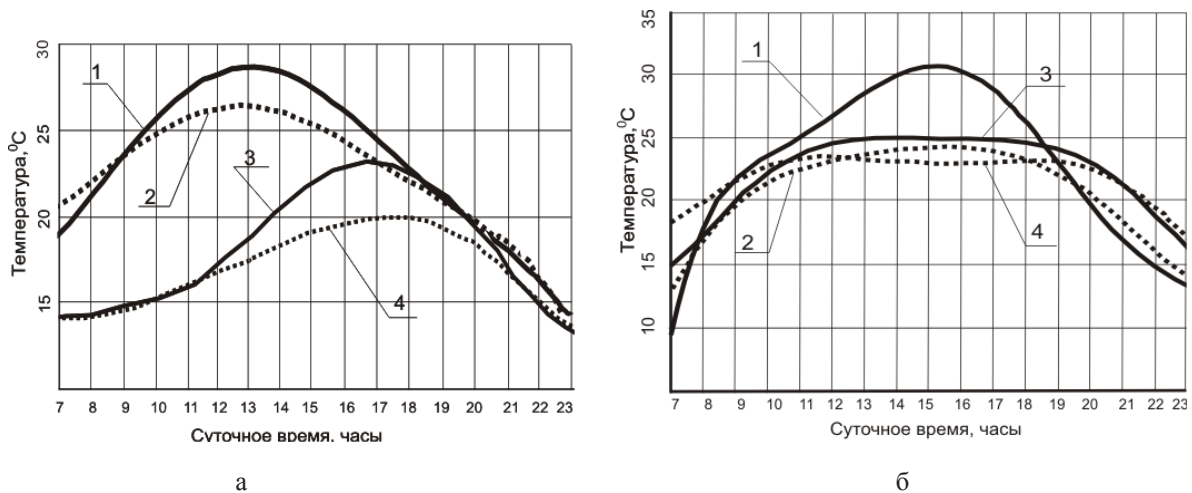


Рис. 3. Тренды изменения дневных температур воздуха:

а – торцы открыты; б – торцы закрыты; 1, 2 – солнечно; 3, 4 – пасмурно.

— температура воздуха в зоне растений
 температура наружного воздуха

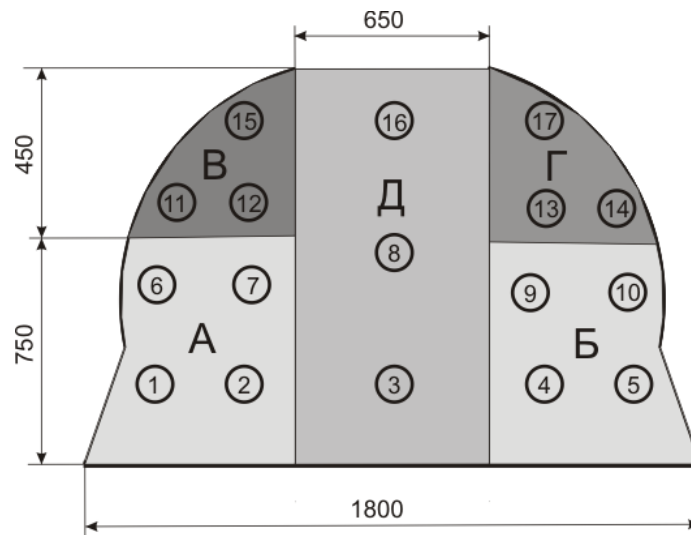


Рис. 4. Разделение межэкранного пространства на зоны и расположение датчиков температуры: А, Б – зоны расположения растений; В, Г – верхняя зона; Д – зона технологического межэкранного зазора

Для более детального изучения процесса изменения температуры внутреннее пространство между экранами было условно разделено на три зоны: зона расположения растений, верхняя зона и зона технологического прохода (рис. 4). В каждой зоне установлены датчики температуры.

Активный световой период для зоны Западной Сибири при эксплуатации экранов можно разделить на три периода:

1 – период утреннего нагрева воздуха под экранами в зоне растений;

2 – период дневного нагрева воздуха в зоне растений;

3 – период вечернего остывания воздуха в зоне растений.

В утренний период в результате воздействия более теплых вертикальных воздушных конвективных потоков, образующихся под криволинейными экранами (зоны В, Г), на вертикальный конвективный воздушный поток в технологическом зазоре (зона Д) между экранами происходит его частичное запираение на выходе, что приводит к повышению температуры в этом потоке от инсоляции.

Повышение температуры воздуха в пространстве технологического зазора (зона Д) за счет адвекции приводит к повышению температуры в зонах А и Б размещения растений под экранами. Этот период характеризуется более высокими температурами в верхней зоне подэкранного про-

странства (зоны В и Г) по сравнению с температурой воздуха в технологическом зазоре (зона Д), что и является причиной запираания этого потока на выходе.

При дневном воздействии инсоляции на воздушные потоки под экранами и в технологическом зазоре происходит постепенное повышение температуры воздуха, что приводит к освобождению воздушного конвекционного потока в технологическом зазоре (зона Д) как более мощного и частичному запираанию вертикальных воздушных потоков, образующихся под криволинейными экранами (зоны В, Г). Этот период характери-

зуется превышением уровня температуры в зоне растений над уровнем наружных температур. Причем в период максимальной инсоляции средние значения температур в зоне растений (рис. 5) находятся между более низкой средней температурой воздушного потока в технологическом зазоре и более высокой средней температурой в верхней зоне экранов.

В вечернее время в результате снижения интенсивности инсоляции происходит общий процесс постепенного снижения температур во всех зонах до уровня температуры наружного воздуха.

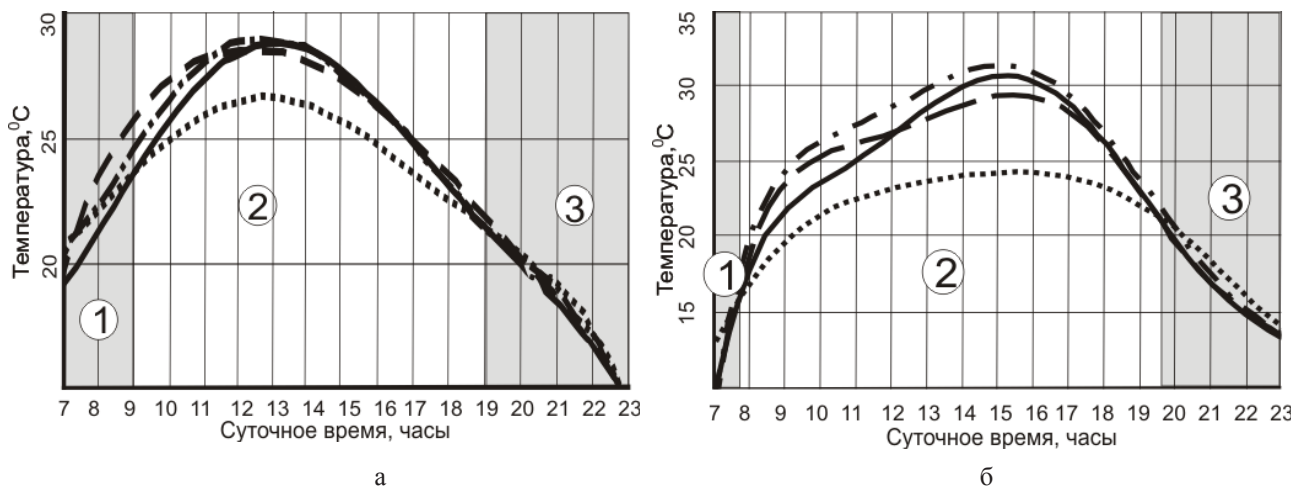


Рис. 5. Зональные тренды изменения дневных температур воздуха: а – торцы открыты; б – торцы закрыты;

- зона А (температура воздуха в зоне растений);
- - - зона Д (температура в технологическом зазоре);
- . - зона В (температура верхней зоны экрана);
- окружающая среда (температура наружного воздуха)

ВЫВОДЫ

1. Для защитных сооружений экранного типа причиной повышения температур в зоне растений при наличии инсоляции и ограничения их роста в период максимальной инсоляции является эффект взаимозапираания вертикальных конвективных воздушных потоков, образующихся и взаимодействующих в пространстве между экранами. Основным регулирующим потоком в дневное время является воздушный поток в технологическом зазоре.
2. Открытие торцевых стенок снижает эффект взаимозапираания вертикальных конвекционных потоков. Изменяя параметры открытия торцевых стенок, можно увеличивать температуру воздуха в зоне растений или защищать их от возможного перегрева.

3. Регистрация температур в зоне растений за период вегетации позволила определить уровни превышения среднесуточных и среднедневных активных температур, которые составили 80 и 218 °С соответственно. Причем, учитывая, что все эксперименты проходили на одном экспериментальном образце, эти величины не являются максимально возможными и могут в дальнейшем быть значительно увеличены.
4. Урожайность томатов при использовании защитных сооружений экранного типа составила: красных и бланжевых плодов – 6,2 кг/м², зеленых плодов – 1,9. На контрольном участке открытого грунта получено соответственно 3,7 и 1,6 кг/м².

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Усольцев С. Ф., Арюпин В. В., Нестяк В. С. К вопросу разработки технологии выращивания томатов в условиях Сибири // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы III Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 кн. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008.– Кн. 1.– С. 523–526.
2. К вопросу эффективности применения комплексных укрытий / В. В. Арюпин, О. В. Ивакин, В. С. Нестяк, С. Ф. Усольцев // Актуальные вопросы научного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции в Сибири: материалы Междунар. науч.-практ. конф.– Новосибирск, 2011.– С. 60–67.
3. Riggins N. A. Plant protector: пат. USA № 650024.– 22.05.1900.

PROTECTIVE FACILITIES FOR VEGETABLE PRODUCTION

N. M. Ivanov, V. S. Nestyak, V. V. Aryupin, S. F. Usoltsev

Key words: screen-type protective facility, influence of protective frames, zonal trends of temperatures

A technical means is proposed that gives an opportunity to grow heat-loving vegetable crops in a frost-free period of summer. The article provides the data on zonal temperature trends, examines the mechanism of microclimate formation in screen type facilities. It estimates the level of average temperatures of nights (24 hr) and days (12 hr) as well as the productivity of tomatoes in the experiment.

УДК 631.362

ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ
ОБРАБОТКИ ЗЕРНА В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ

¹Н. М. Иванов, доктор технических наук

²Ю. Н. Блынский, доктор технических наук, профессор

¹Сибирский НИИ механизации и электрификации
сельского хозяйства Россельхозакадемии

²Новосибирский государственный аграрный университет
E-mail: ivanovnm@ngs.ru

Ключевые слова: система обработки зерна и семян, предварительная очистка, сушка, энергозатраты, универсальный зерноочистительно-сушильный комплекс, зерноочистительные машины

Приводятся новейшие технологии и машины для послеуборочной обработки зерна и семян, разработанные в Сибирском регионе.

Валовой годовой сбор зерна в Сибирском федеральном округе составляет за последнее время почти 15% от производимого в России. Около 95% зерна производится в крупных хозяйствах различных форм собственности, т.е. производство характеризуется крупнотоннажностью, что обуславливает необходимость формирования мощной материально-технической базы обработки зерна.

Климат Сибири резко-континентальный и отличается большой неравномерностью выпадения осадков по годам. Коэффициент частоты выпадения осадков, по многолетним данным, составляет 0,19–0,50. Из этого следует, что в годы, благоприятные для уборки и обработки, на каж-

дые пять дней, а в неблагоприятные – на два дня уборочного периода в среднем приходится один день ненастной погоды. Поскольку около 70% убираемого зерна имеет повышенную влажность (а в Восточной Сибири 95%), то его для послеуборочной обработки и безопасного хранения необходимо сушить.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования является технологический процесс послеуборочной обработки и хранения зерна и семян с учетом природно-климатических условий Сибирского региона.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Все убираемое зерно проходит послеуборочную обработку, включающую в себя процессы приема и предварительной обработки, сушки и временного хранения, основной обработки, хранения и переработки фуражных фракций. Обработка зерна производится по различным технологиям, адаптированным к технологическим свойствам исходного зернового материала, поступающего с поля (рис. 1).

Для обработки семенного и продовольственного зерна в хозяйствах региона широко используется двухэтапная технология, заключающаяся в предварительной очистке и сушке зерна в уборочный период (первый этап – доведение до кондиций безопасного хранения) с последующей очисткой и сортированием в послеуборочный период (второй этап – доведение зерна до реализационных кондиций в зависимости от назначения: продовольственное, семенное, фуражное).

Технология послеуборочной обработки и хранения зерна (семян) в каждом конкретном хозяйстве зависит от многих факторов:

- состояния поступающего зернового вороха, определяемого его влажностью и засоренностью;
- видов сорных примесей;
- назначения и требуемого качества конечного продукта;
- климатических условий в уборочный период;
- финансовых и трудовых ресурсов и т.д.

Различные варианты технологий обработки зерна и семян реализованы в основных типах агрегатов, комплексов в совокупности с семяочистительными приставками, типовых семяобработывающих поточных линиях и заводах, построенных по индивидуальным проектам [1].

В настоящее время хозяйства Сибири оснащены значительным количеством агрегатов и комплексов, которые используются как универсальные, т.е. на них обрабатывается зерно как продовольственного, так и семенного назначения. Фактическая удельная производительность линий в среднем по Западной Сибири составляет 39% на 1 тыс. т валового сбора от нормативной. Этот же показатель по Восточной Сибири равен 45% на 1 тыс. т валового сбора.

Эксплуатационная производительность агрегатов и комплексов при очистке зерна пшеницы составляет 42–75%.

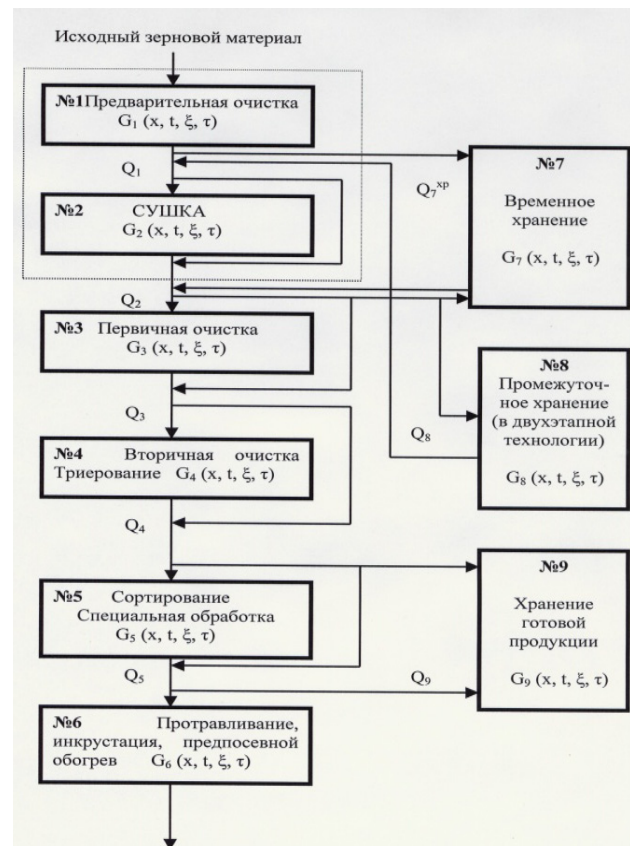


Рис. 1. Система технологий обработки зерна

В СИБИМЭ сформулированы общие требования к зерноочистительно-сушильным технологическим комплексам:

- обработка зерна по различным схемам в зависимости от его назначения и состояния в соответствии с действующими требованиями с доведением до кондиций продовольственного, фуражного или семенного зерна;
- получение высококачественных семян без семенных приставок;
- обеспечение сохранности зерна;
- сокращение номенклатуры технологического оборудования, упрощение монтажа и последующей реконструкции комплексов;
- обеспечение приема зерна из большегрузного транспорта;
- уменьшение количества работников на пункте послеуборочной обработки зерна в 1,8–2 раза;
- снижение себестоимости очистки и сушки зерна и семян.

Предложены организационно-технологические и технические решения комплексов:

- применение универсальных гибких технологических комплексов на базе универсальных зерноочистительных машин, исключение семенных приставок;

- наличие достаточных емкостей для приема и резерва обрабатываемого и для чистого зерна;
- использование большегрузного транспорта и «проходных» схем его движения на отгрузке зерна;
- модульный принцип построения зерноочистительно-сушильных комплексов.

Для определения видового состава примесей были проанализированы хозяйства Новосибирской, Кемеровской областей и Алтайского края. Основными засорителями семян пшеницы являются семена ячменя – по зонам до 50%–82% классных семян, а также семена овса – 45–97%. Особенно высока доля семян, содержащих семена овсяга (78,1%) и татарской гречишки (93,8%). В районах тайги-подтайги, предгорий они засорены и семенами гречишки, в степной зоне – плодами курая, в лесостепной – дикой редьки.

Система технологий обработки семян существенно шире, чем зерна. Она должна включать в себя дополнительно специальную обработку (на пневмостоле), калибрование, протравливание, промежуточное хранение, предпосевной обогрев.

В условиях Сибири ввиду влияния погодных условий на свойства зернового вороха при приеме зерна должна производиться предварительная очистка и сушка без промежуточного хранения. Причем на стадии предварительной очистки необходимо выделение крупной, легкой и мелкой примеси. Это улучшает технологические свойства зернового вороха, сыпучесть, скважистость, аэродинамическое сопротивление зернового слоя при сушке, что позволяет снизить до 30% энергозатраты на продувку слоя. Выделенные примеси, включая мелкие, уменьшают количество зерна, поступающего на сушку. Один мегаджоуль, затраченный на предварительную очистку, экономит 5 МДж при сушке.

В связи с этим машины предварительной очистки должны обеспечивать интенсивную очистку от сорных примесей с обязательным выделением мелких. Полнота их выделения должна быть не менее 0,6 при влажности зернового вороха 20%.

Машины предварительной очистки выполняются в двух вариантах:

- 1) только для предварительной очистки;
- 2) универсальными, с возможностью работать в режимах первичной и вторичной очистки (заменой решет и соответствующей настройкой).

Это требование обуславливается универсальностью зерноочистительно-сушильных комплексов, которые должны реализовывать как поточ-

ную, так и двухэтапную технологию, что позволяет повысить годовую загрузку с 500 до 1500 ч.

Производительность машин для зоны Сибири определяется мощностью сушильного оборудования и должна составлять 10, 25 и 50 т/ч при влажности зерна 20%. Производительность сушилок за счет их блочно-модульного исполнения может изменяться в пределах 10–25 т/ч.

Для сушки семян зерновых культур необходим модульный ряд сушилок производительностью 1–10 т/ч, удовлетворяющих требованиям к селекционной и семяобработывающей технике.

Анализ энергетической эффективности процессов производства зерна показывает, что энергоемкость его послеуборочной обработки в условиях Сибири выше, чем у всех других операций.

По степени значимости энергозатраты, влияющие на эффективность обработки зерна, образуют следующие группы:

- прямые затраты энергии ($E_{пр}$), определяемые расходом электроэнергии и различных видов топлива при выполнении технологических процессов послеуборочной обработки зерна;

- косвенные затраты энергии ($E_{кос}$), вместе с прямыми образующие эксплуатационные затраты;

- инвестиционные затраты ($E_{инв}$), включающие сумму затрат энергии, связанных с производством средств производства (зерноочистительные машины, сушилки, транспортные средства, оборудование, сооружения);

- затраты энергии живого труда ($E_{жт}$), расходуемые на поддержание деятельности людей, занятых в производстве, определяемые посредством энергетических эквивалентов.

Совокупные затраты энергии на послеуборочную обработку зерна:

$$E_{п} = E_{пр} + E_{кос} + E_{инв} + E_{жт} \quad (1)$$

Удельные затраты энергии ($E_{пр}^i$) на выполнение i -го технологического процесса зерноочистительно-сушильного комплекса в целом определены как сумма затрат энергии по отдельным технологическим операциям (раздельно для каждого вида энергоносителя).

В качестве исходной информации для определения прямых затрат энергии использованы результаты собственных исследований, государственных испытаний МИС.

Анализ энергозатрат, проведенный при обработке зерна продовольственных культур на комплексе КЗС-40Ш (пшеница, горох, ячмень, рожь, овес, гречишка, соя) и семян (пшеница, рожь, яч-

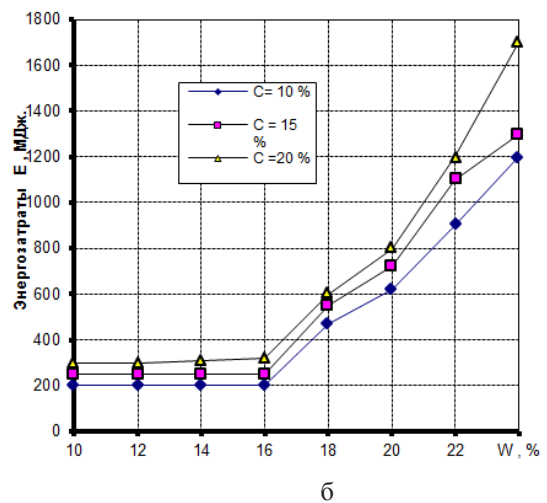
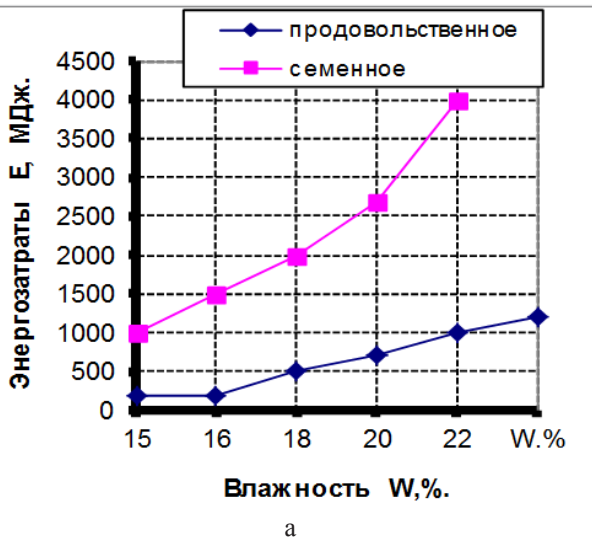


Рис. 2. Влияние влажности (а) и назначения (б) зерна на энергозатраты

мень, горох) при различной засоренности (от 10 до 20%) и влажности (15–24%), показал, что при изменении влажности от 16 до 24% энергозатраты увеличились в 3,7 раза (рис. 2 а).

Назначение зерна и его состояние также значительно влияют на энергозатраты. Так, на обработку семенного зерна они в 4–5 раз выше, чем зерна продовольственного назначения (рис. 2). Анализ показывает, что влажность зерна самым существенным образом влияет на энергозатраты при обработке зерна. Так, если при влажности до 16% они составили около 350 МДж/т, то при влажности 20% – 800 МДж/т, т.е. увеличились в 2,5 раза, а при влажности 24% – 1300 МДж/т, или увеличились в 3,7 раза. Если принять затраты при очистке за 1, то при сушке зерна различной влажности они возрастают в несколько раз. Назначение зерна и его состояние также значительно влияют на энергозатраты. При обработке влажного семенного зерна они в 4–5 раз выше, чем зерна продовольственного назначения [2].

Количественная и качественная сохранность собранного зернового урожая зависит главным образом от обеспеченности хозяйств различного уклада современным комплектным оборудованием для послеуборочной обработки, хранения и переработки зерна различного назначения, технического уровня этого оборудования и эффективности его использования. СибИМЭ проведено обоснование типоразмерного ряда очистительно-сушильной техники (производительности блоков сушилок) на основе группировки хозяйств зоны Сибири с учетом валового сбора, назначения зерна и погодных условий.

В хозяйствах выбранных зернопроизводящих зон были собраны данные об объеме производства зерна за три года и определены среднегодовые значения на этот период. Интервал группировки назначался исходя из стандартного ряда чисел: 0; 1,0; 1,25 и т.д. Тогда хозяйства будут группироваться по объемам: от 0 до 1,0 тыс. т; от 1,0 до 1,25 тыс. и т. д. По влажности поступающего зерна хозяйства были распределены на три зоны: 1-я зона – $W_3 > 22\%$; 2-я зона – $W_3 = 19–22\%$; 3-я зона – $W_3 = 16–19\%$. Количество хозяйств, относящихся к определенной группе по объему производства по зонам, представлено в табл. 1 (без учета фермерских хозяйств).

При расчете номенклатуры и потребности в очистительно-сушильной технике был определен коэффициент изменения группировки как отношение планового валового сбора зерна в первом году наблюдений к действительному среднегодовому валовому сбору за три года. На основе полученных данных и прогноза валового сбора графически определен характер распределения хозяйств по объему производства продовольственного зерна в каждой зоне в процентах с нарастающим итогом.

Выделенные хозяйства были разбиты на четыре группы по объему производства зерна: 1) до 3000 т – 20%; 2) от 3000 до 6000 т – 30%; 3) от 6000 до 9000т – 30%; 4) более 9000 т – 20%.

Сохранность всего убранного урожая обеспечивается из условия:

$$\sum_{j=1}^{j=n} m_{ji}^c \cdot g_{ji}^c \cdot T_{ji}^c \cdot k^c \geq \sum_{j=1}^{j=n} G_{ji}, \quad (2)$$

где m_{ji}^c – количество сушилок, занятых на сушке j -го вида зерна, шт.;

g_{ji}^c – фактическая производительность сушилки на сушке j -го вида зерна i -й влажности, т/ч;

$T_{j,j}^c$ – рабочее время сушилок на обработке j -й партии зернового вороха, убранного с i -й влажностью, ч;

k^c – коэффициент использования рабочего времени сушильным отделением;

G_{ji}^{δ} – объем δ -й партии зернового вороха j -го вида зерна, убранного с i -й влажностью, т.

Правая часть выражения показывает поступление всего зернового вороха на комплекс послеуборочной обработки зерна от уборочных агрегатов. Для определения необходимого количества зерносушилок определяли общий объем сушки зерна:

$$\sum G_{суш} = \frac{G_p \cdot K_{вл} \cdot K_c}{\Pi_{пр} \cdot \tau_c}, \quad (3)$$

где G_p – расчетное количество зерна, поступающего на пункт обработки зерна за рассматриваемый период, т;

$K_{вл}$ – средний коэффициент перевода поступающего зерна в плановые тонны;

K_c – коэффициент суточной неравномерности поступления зерна;

$\Pi_{пр}$ – расчетный период поступления зерна, сут;

τ_c – время работы зерносушилки за сутки, ч (для стационарных зерносушилок $\tau_c = 20,5$ ч, для передвижных – 18 ч).

Количество требующихся для сушки зерна сушилок определяют из выражения

$$n_c = \frac{\sum G_{суш}}{G_n \cdot K_k}, \quad (4)$$

где G_n – производительность зерносушилки (блока), план., т/ч;

K_k – поправочный коэффициент при сушке зерна разных культур.

При условии сезонной загрузки 500 ч работы одной сушилки и предположении, что в хозяйстве работает на каждой поступающей культуре одна сушилка, определена их производительность для выделенных нами групп при обработке пшеницы ($K_k = 1$):

$$G_{\Pi} = \frac{\sum G_{суш}}{500}; \quad (5)$$

1-я группа (до 3000 т) – G_n до 6 т/ч; 2-я группа (от 3000 до 6000 т) – $G_n = 10$ –12 т/ч; 3-я группа (от 6000 до 9000 т) – $G_n = 15$ –20 т/ч; 4-я группа (более 9000 т) – $G_n = 25$ –50 т/ч [3].

В институте разработана и внедряется в хозяйствах региона технологическая схема послеуборочной обработки зерна на базе универсальных зерноочистительных машин, позволяющая, в зависимости от влажности зернового вороха, увеличивать вдвое производительность и изменять технологию обработки зерна.

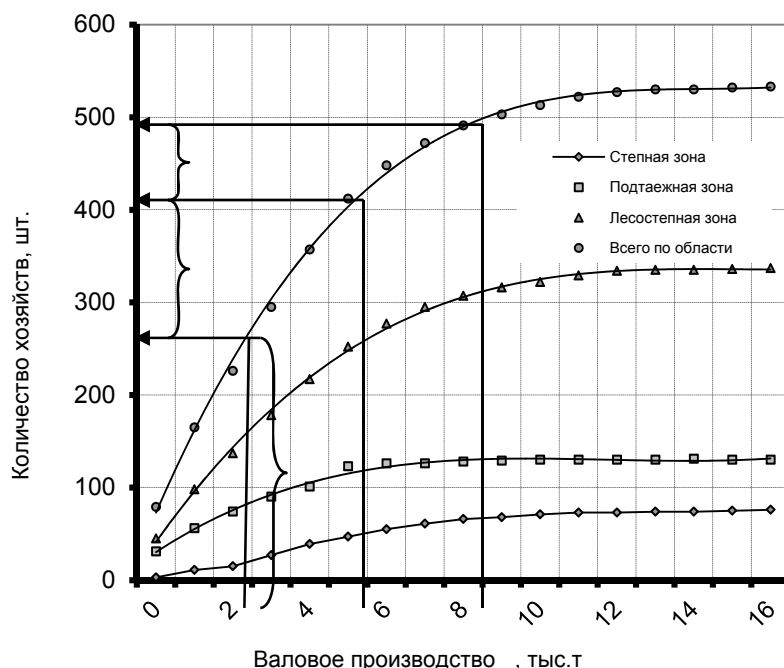


Рис. 3. Группировка хозяйств по валовому сбору зерна

Таблица 1

Производство зерна (на примере Новосибирской области)

Зона по влажности	Количество хозяйств	Валовой сбор зерна, тыс. т	Коэффициент изменения группировки
Вторая ($W_3=19-22\%$) продовольственное семенное	282	1362,8	1,5
	20	199,3	1,0
Третья ($W_3=16-19\%$) продовольственное семенное	147	974,7	1,4
	9	96,7	1,0

Таблица 2

Примерный состав и показатели гибких универсальных зерноочистительно-сушильных комплексов

Показатели	КЗС-40-20-8	КЗС-60-32-16	КЗС-80-40-16
Производительность, т/ч			
на очистке сухого зерна	40 (50)	60 (70)	80
на обработке влажного зерна	20	32	40
на очистке семян	8	16	16
Универсальные машины предварительной и первичной очистки	МПР-50М (СВТ-30)	МПР-50М (СВТ-30)	СВТ-40
Сушилки	СЗ-10 – 2 шт.	СЗ-16 – 2 шт.	СЗК-40
Универсальные машины первичной и вторичной очистки	ОЗС-50 (СВУ-30)	СВУ-60	СВУ-60
Триерные блоки	БТМ-800	БТМ-800 – 2 шт.	БТМ-800 – 2 шт.
Машины окончательной очистки	МОС-9	МОС-9 – 2 шт.	МОС-9 – 2 шт.
Сезонный объем работ, т	6000	9000	12000
Вместимость бункеров резерва зерна, т	100	150	200
Вместимость бункеров чистого зерна, т	100	150	200

ВЫВОДЫ

1. Обоснованы требования к выбору оборудования и компоновке универсальных зерноочистительно-сушильных комплексов.
2. При выборе оборудования и проектировании универсальных зерноочистительно-сушильных комплексов предпочтительны варианты компоновки комплексов:
 - с меньшей высотой металлоконструкций комплекса;
 - с меньшим количеством норий и других транспортирующих устройств;

- с меньшими расстояниями транспортирования материалов внутри комплекса;
- с устройствами, обеспечивающими удобное и быстрое переключение потоков зерна при переводе комплекса на другие технологические схемы;
- со сквозным проездом транспортных средств, доставляющих зерно на комплекс и отвозящих с комплекса обработанное зерно, фуражную фракцию и отходы;
- упрощающие монтаж, обслуживание, ремонт и последующую реконструкцию комплексов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов Н. М., Чепурин Г. Е. Оснащение хозяйств Новосибирской области отечественной и зарубежной техникой для уборки и обработки урожая зерновых культур: рекомендации / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд.-ние. СибИМЭ. – Новосибирск, 2010. – 92 с.
2. Иванов Н. М., Торопов В. Р., Сеницын В. А. Применение универсальных машин в технологических линиях послеуборочной обработки зерна // Влияние приоритетного национального проекта – государственной программы «Развитие АПК» на сельское хозяйство Сибири: сб. материалов VII Междунар. науч.-практ. конф. (Кемерово, 28–29 окт. 2008 г.) / КемГСХИ. – Кемерово, 2008. – С. 283–285.
3. Иванов Н. М., Сеницын В. А. Обоснование типоразмерного ряда блоков сушилок на основе их блочно-модульного исполнения // Современная и перспективная техника для уборки и обработки

зерновых в Сибири: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / НГАУ, ГНУ СибИМЭ СО РАСХН, Гумбольд. ун-т, с.-х. фак. (г. Берлин). – Новосибирск, 2006.

TECHNOLOGIES AND TECHNICAL EQUIPMENT FOR AFTER-HARVEST GRAIN TREATMENT IN SIBERIAN REGION

N. M. Ivanov, Yu. N. Blynsky

Key words: grain and seed treatment system, preliminary cleaning, drying, energy costs, universal grain cleaning and drying complex, grain cleaning machines

The latest technologies and the most updated machines are described that are designed for after-harvest grain and seed treatment in Siberian region.

УДК 631.37:629.114.2

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ В СТАЦИОНАРНЫХ ДИЗЕЛЬ-ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ И САМОХОДНЫХ МАШИНАХ

Г. М. Крохта, доктор технических наук, профессор

А. Б. Иванников, аспирант

Ю. Н. Блынский, доктор технических наук, профессор

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: mshipo@mail.ru

Ключевые слова: поршневой двигатель, теплота отработанных газов, гидромеханическая передача, терморегулятор, гидродинамическая передача, теплообменник

Представлен анализ литературных источников по проблеме вторичного использования теплоты отработанных газов поршневых двигателей, а также предложен один из вариантов ее использования для поддержания оптимального теплового режима в гидромеханической или гидродинамической передаче самоходной машины в широком диапазоне температур окружающей среды.

В холодное время года эксплуатация колесных и гусеничных машин значительно усложняется из-за низкой температуры окружающего воздуха, снежного покрова и ветра. Эти природные факторы отрицательно воздействуют на физические свойства эксплуатационных материалов и, как следствие, ухудшают работу силовой установки и ходовой части.

Зимой значительно трудней запустить поршневой двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Это объясняется пониженной температурой заряда воздуха, поступающего в цилиндры, пониженным давлением в конце такта сжатия, снижением количества мелких частиц в топливном факеле. Понижение температуры и давления конца такта сжатия происходит из-за утечки смеси или воздуха вследствие малой частоты вращения коленчатого вала и в результате интенсивной теплопередачи через стенки камеры сгорания.

При низкой температуре окружающей среды вязкость моторного масла (М-8Г₂) увеличивается и возрастает момент сопротивления вращению коленчатого вала при пуске двигателя. Например, при понижении температуры окружающего воздуха от плюс 20 °С до минус 20 °С крутящий момент, необходимый для проворачивания коленчатого вала, возрастает более чем в 4 раза [1].

Работа непрогретого двигателя сопровождается образованием в камере сгорания продуктов неполного сгорания топлива, которые способствуют сильному нагарообразованию, возникновению коррозии и быстрому износу цилиндров, поршней и поршневых колец. Кроме того, на «холодных» стенках цилиндра конденсируется топливо, которое смывает слой смазки с зеркала цилиндров и еще больше увеличивает механические и коррозионные износы.

Установлено, что при температуре охлаждающей жидкости плюс 55 °С износ поршневых колец

двигателя увеличивается в 4 раза, при 40°C – в 12 раз, а при 30 °C – в 20 раз по сравнению со степенью износа при нормальном тепловом режиме двигателя (85...90 °C) [1, 2].

На современных колесных и гусеничных машинах применяют механические, гидромеханические и гидродинамические передачи. Следует отметить, что в последнее время вместо механических передач наиболее широко стали использовать гидромеханические передачи, которые позволяют изменять передаточное отношение без разрыва потока мощности, в результате чего возросли потери мощности, особенно в зимний период эксплуатации.

Известно, что потери мощности в агрегатах трансмиссии, основную часть которых составляют потери в коробке передач, зависят в основном от вязкости масла. Установлено, что при высокой вязкости масел, применяемых в трансмиссии, теряется более 50% мощности двигателя и в 1,5–2 раза увеличивается износ деталей по сравнению с их износом при эксплуатации в летних условиях. В отдельных случаях смазка загустевает так сильно, что начать движение с места стоянки без предварительного разогрева коробки передач становится невозможным [2–4]. Создать нормальную температуру масла в агрегатах трансмиссии зимой, как правило, не удается. Особенно велики потери мощности и износ деталей трансмиссии в период пуска машин и первые минуты работы.

Целью исследования является повышение эффективности работы тракторов сельскохозяйственного назначения за счет вторичного использования теплоты отработанных газов. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Изучить целесообразность и возможность вторичного использования теплоты отработанных газов для поддержания оптимального температурного режима в моторно-трансмиссионной установке самоходной машины.

2. Разработать принципиальную схему использования теплоты отработанных газов для автоматического поддержания оптимального температурного режима в гидромеханической коробке передач самоходной машины.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследования – теплота отработанных газов и возможности ее вторичного использо-

вания для термостатирования теплового режима основных систем самоходной машины.

В процессе исследования использованы методы обобщенных координат (теория подобия), численного решения дифференциальных уравнений теплопроводности и регрессионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Из теплового баланса ДВС известно, что в полезную работу превращается до 45% теплоты, полученной от сжигания топлива. Остальная теплота безвозвратно теряется: с охлаждающей жидкостью от двигателя отводится и рассеивается в атмосферу до 28% теплоты, системой смазывания – до 7%, через боковые поверхности силовой установки в атмосферу рассеивается до 3% теплоты. Однако большая часть безвозвратно теряемой теплоты (до 40%) рассеивается в атмосферу с выхлопными газами [5]. Большие потери теплоты с отработанными газами свидетельствуют о значительных потенциальных возможностях повышения коэффициента полезного использования теплоты в агрегатах и системах самоходной машины.

В настоящее время практическое использование теплоты отработанных газов нашло применение в так называемых мини-ТЭС (тепловых электростанциях) и МТУ (микротурбинных установках). Принципиальная разница между ними заключается в используемых силовых установках: в мини-ТЭС, как правило, применяются поршневые ДВС, а в МТУ – газотурбинные установки (рис. 1). Они предназначены для комбинированного производства тепла и электроэнергии – когенерации [6].

Принцип работы данных установок заключается в следующем: во время работы газотурбинного двигателя крутящий момент передается на высокоскоростной генератор, который вырабатывает электроэнергию. Одновременно с этим отработанные в турбине газы направляются в котел-утилизатор, который в общем виде представляет собой теплообменный аппарат. В котле-утилизаторе происходит непосредственная теплопередача от выхлопных газов воде (или низкотемпературной жидкости), обеспечивая тем самым теплоснабжение жилых помещений и подачу горячей воды.

Возможность практического использования теплоты отработанных газов изучается также и специалистами ведущих компаний, производя-

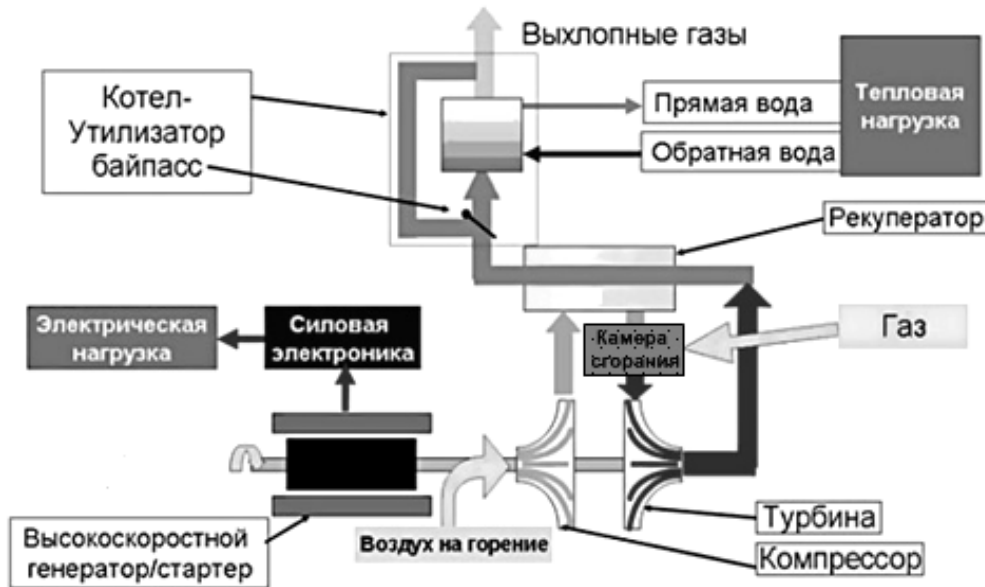


Рис. 1. Принципиальная схема газовой МТУ с системой рекуперации тепла из отработанных газов

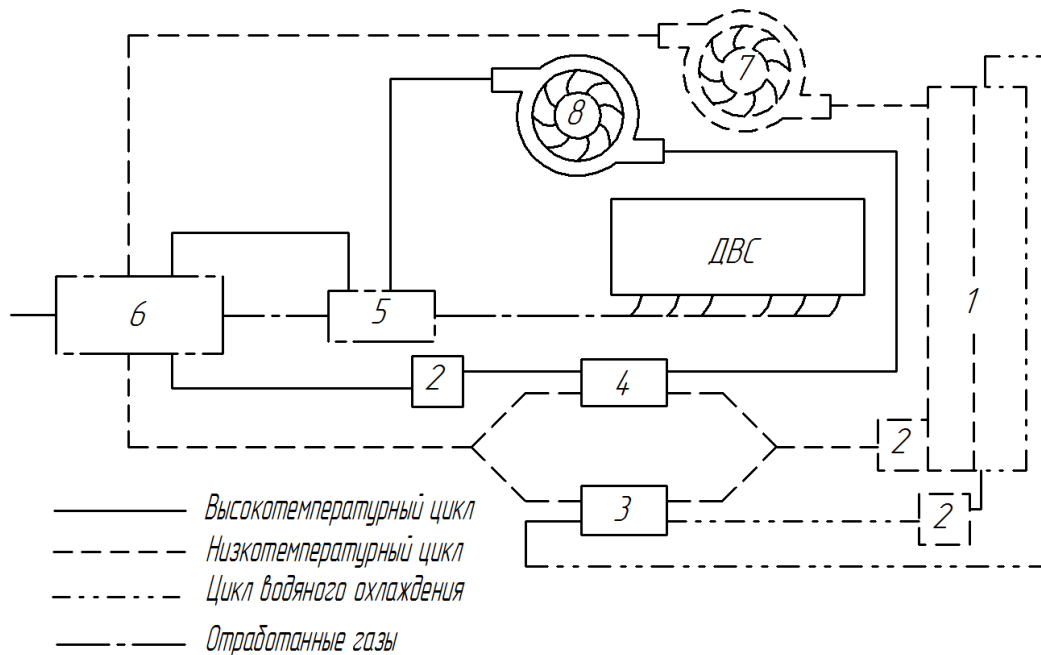


Рис. 2. Система Turbosteamer компании BMW:

1 – радиатор/низкотемпературный конденсатор; 2 – насос; 3 – парогенератор; 4 – парогенератор/высокотемпературный конденсатор; 5 – теплообменник; 6 – парогенератор/низкотемпературный теплообменник; 7 – низкотемпературная турбина; 8 – высокотемпературная турбина

щих автомобили. Так, компания BMW анонсировала технологию, названную Turbosteamer, при помощи которой можно сократить расход топлива на двигателях внутреннего сгорания и одновременно с этим повысить их КПД (рис. 2) [7].

В своей разработке BMW использует как раз факт высокой температуры выхлопных газов двигателя. Разогретые до высокой температуры выхлопные газы немецкие специалисты предлагают использовать для парогенератора 4 (см. рис. 2),

который будет соединен с устройством 8, преобразующим теплоту в механическую энергию.

Похожая схема действует, например, на атомных электростанциях, где тепловая энергия вырабатывается в процессе ядерной реакции. Эта теплота используется для превращения воды в пар, который вращает турбину.

Применение данной схемы, по словам разработчиков BMW, позволит сделать стандартный 1,8-литровый двигатель мощнее на 15 лошадиных

сил. Одновременно снижается расход топлива на 15%. Создатели Turbosteamer надеются, что массовое производство подобных силовых установок может быть развернуто уже в течение ближайших 10 лет.

Компания Toyota разработала свою систему использования теплоты отработанных газов, которая позволяет быстро прогреть двигатель после его запуска. Такой системой оборудуются серийно выпускаемые автомобили Toyota Prius III и Lexus Rx450h [8]. Принцип работы данной системы заключается в том, что отработанные газы проходят через теплообменник, который смонтирован непосредственно на выхлопной трубе. Через теплообменник прокачивается жидкость из системы охлаждения двигателя. Полученная таким образом тепловая энергия используется для сокращения

времени прогрева двигателя и повышения эффективности катализатора. При низкой температуре окружающей среды (меньше 5 °С), по данным компании, такая технология позволяет уменьшить расход топлива более чем на 30%.

Анализ открытых литературных и информационных источников позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время интенсивно ведутся исследования по вопросу вторичного применения теплоты выхлопных газов ДВС. Однако схем использования теплоты отработанных газов для поддержания оптимального температурного режима двигателя, а тем более трансмиссии автотракторной техники, практически нет.

На рис. 3 нами предлагается принципиальная схема модернизации гидравлической системы коробки передач.

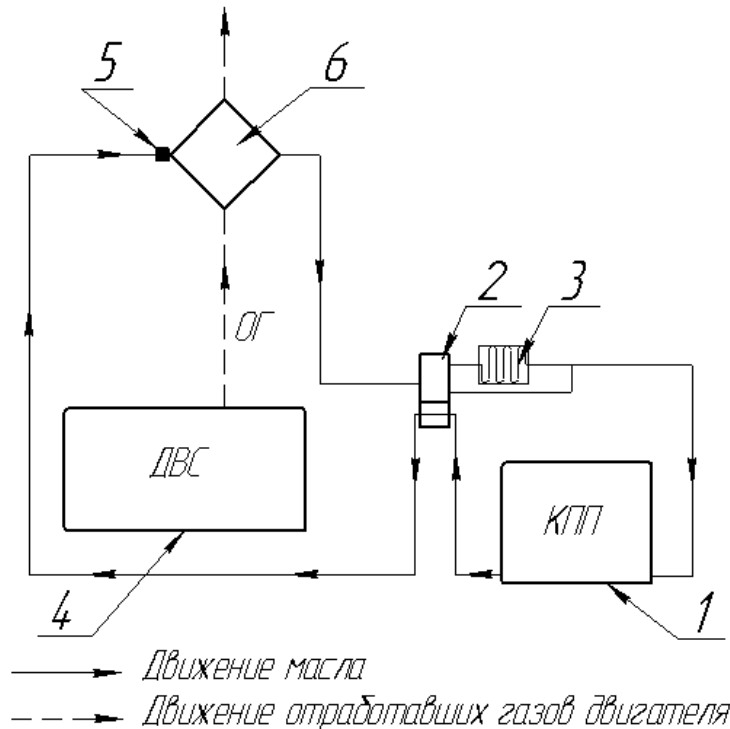


Рис. 3. Принципиальная схема работы гидравлической системы коробки передач механической трансмиссии с использованием теплоты отработанных газов двигателя:

1 – коробка передач; 2 – термодатчик; 3 – масляный радиатор; 4 – двигатель машины; 5 – привод заслонки; 6 – газомасляный теплообменник

Основными элементами данной схемы являются: газомасляный теплообменник 6, термодатчик 2 и терморегулятор 5.

Суть предложенной схемы заключается в использовании теплоты отработанных газов ДВС для подогрева трансмиссионного масла с помощью газомасляного теплообменника.

Модернизированная гидравлическая система может работать в автоматическом режиме следующим образом. После запуска двигателя 4 (см. рис. 3) начинает работать масляный насос коробки передач. Масло из поддона картера подается откачивающей секцией в теплообменник 6. Пройдя теплообменник, масло попадает в термодатчик 2, откуда, в зависимости от температуры,

направляется либо в масляный радиатор 3, либо напрямую в коробку передач 1. Для исключения перегрева масла на выпускном тракте установлен терморегулятор 5, который в зависимости от температуры масла, проходящего через теплообменник, регулирует количество отработанных газов, проходящих через теплообменник 6.

ВЫВОДЫ

1. Предлагаемая принципиальная схема использования теплоты отработанных газов позволяет уменьшить время прогрева коробки передач и обеспечивает автоматическое поддержание оптимального температурного режима в ней.
2. Модернизация гидравлической системы повышает экономичность и тяговую мощность самоходной машины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Цуцоев В. И.* Зимняя эксплуатация тракторов.– 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Колос, 1993.– 111 с.
2. *Крохта Г. М.* Повышение эффективности эксплуатации энергонасыщенных тракторов в условиях Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра техн. наук.– Новосибирск, 1995.– 33 с.
3. *Козлов В. С. и др.* Особенности эксплуатации автотракторных двигателей зимой.– Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1977.– 159 с.
4. *Пасечников Н. С., Болгов И. В.* Эксплуатация тракторов в зимнее время.– М.: Россельхозиздат, 1972.– 141 с.
5. *Двигатели* внутреннего сгорания: в 3 кн. Кн. 1: Теория рабочих процессов: учеб. для вузов / В. Н. Луканин, К. А. Морозов, А. С. Хачиян и др.; под ред. В. Н. Луканина.– 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Высш. шк., 2005.– 479 с.
6. Электронный ресурс.– Режим доступа: <http://www.roxi.ru/r-itsintez/tag/мини-ТЭС>; http://www.electro-gid.ru/gazoporshnevaya_mini_tes_g81170.htm; <http://www.npo-st.ru/info/energy/mtu.html>.
7. Электронный ресурс.– Режим доступа: <http://www.rosconcert.com/common/arc/story.php/238338>.
8. Электронный ресурс.– Режим доступа: <http://www.zr.ru/articles/58914>; <http://www.autoexpert.in.ua/ru/735-technika-lexus-rx450h.html>.

SECONDARY UTILIZATION OF DISCHARGE GASES HEAT BY STATIONARY ELECTRIC DIESEL INSTALLATIONS AND SELF-PROPELLED MACHINES

G. M. Krohta, A. B. Ivannikov, Yu. N. Blynsky

Key words: piston engine, discharge gases heat, hydromechanic transmission, thermal control, hydrodynamic transmission, heat exchange

The paper presents the analysis of references about the problem of secondary utilization of discharge gases heat in piston engines. It proposes one of the ways to use the heat for maintaining the optimal thermal mode in hydromechanic or hydrodynamic transmission of a self-propelled machine in the wide range of environmental temperatures.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ПРЕЦИЗИОННЫХ УЗЛОВ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

В. М. Лившиц, доктор технических наук, профессор
С. В. Крашенинников, кандидат технических наук
Сибирский НИИ механизации и электрификации
сельского хозяйства Россельхозакадемии
E-mail: ctcz@ya.ru.

Ключевые слова: техническое обслуживание, диагностирование, прецизионные узлы, топливная аппаратура, дизельный двигатель, давление.

Рассмотрен вопрос перехода к обслуживанию машин по состоянию как наиболее эффективная мера по экономии ресурсов. Рассмотрена структурная схема экспериментальной установки. На конкретном примере показаны результаты экспериментальных исследований, проведённых с помощью установки.

Одним из основных направлений деятельности АПК Новосибирской области является растениеводство. Это отразилось на структуре машинно-тракторного парка. В этой отрасли происходит объединение тракторов и самоходных шасси по 10 тяговым классам [1]. В систему машин включены тракторы как находящиеся в производстве, так и перспективные, которые постепенно их заменят.

По статистике, в Новосибирской области в основном используются тракторы тяговых классов 1,4; 2; 3; 5. Средний возраст для тракторов тягового класса 5 (К-700 и его модификации) – 18,5 года, для тракторов тягового класса 3 (Т-150 и его модификации, ДТ-75 и его модификации) – 18,4 года, для тракторов тяговых классов 2 и 1,4 (МТЗ-80, его модификации и проч.) – 19,4 года, а средний возраст всех используемых тракторов, включая новые, составляет 18,5 года (по данным на 1 января 2009 г.) [2].

Таким образом, при сложившейся в АПК Новосибирской области ситуации для поддержания работоспособности и топливно-энергетических показателей тракторов общего назначения в допустимых пределах необходимо своевременно и качественно обслуживать технику. В работе Д. И. Петровского отмечается, что эффективной с точки зрения экономии материальных и трудовых ресурсов является система обслуживания и ремонта машин по состоянию [3]. Внедрение такой системы позволит получить значительный экономический эффект за счёт:

- улучшения топливной экономичности двигателей;
- уменьшения времени простоя техники;
- повышения уровня надёжности техники;

- увеличения производительности труда;
- уменьшения вредного воздействия на окружающую среду.

Для нормального функционирования данной системы необходимо определять фактическое техническое состояние агрегата при помощи современных средств технического диагностирования.

В литературных источниках отмечается, что наименее надёжным узлом трактора является двигатель, а на топливную аппаратуру приходится наибольшее число отказов [3, 4]. Это является следствием использования в топливной аппаратуре прецизионных узлов, от состояния и качества изготовления которых зависят топливно-энергетические характеристики трактора.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При проведении экспериментальных исследований регистрировали изменение давления топлива в линии высокого давления при перемещении рычага управления топливоподачи в сторону максимальной подачи. Одновременно включали запись на ПК участка разгона коленчатого вала двигателя от минимальной до максимальной частоты вращения холостого хода. Все измерения проводили с пятикратной повторностью при температуре охлаждающей жидкости и масла не менее 75 °С.

Детальным анализом состояния топливной аппаратуры занимались в СибИМЭ [5]. В процессе работы были проведены обследования дизельных двигателей в хозяйствах и на ремонтных предприятиях Алтайского края. По результатам работы были сделаны выводы о том, что большая

часть техники эксплуатировалась с неисправной топливной аппаратурой (ТА).

Исходя из вышесказанного, можно сделать заключение о том, что актуальной является задача своевременного определения фактического состояния ТА. В настоящее время известно использование различных методов диагностики состояния ТА, которые подробно описаны и рассмотрены в литературе [6–8]. Наиболее перспективным нам представляется метод диагностики топливной аппаратуры по параметрам быстропротекающих процессов. Они имеют место при работе двигателей в переходных, тестовых режимах свободного разгона и выбега и проявляются в виде динамических характеристик топливоподачи в линии высокого и низкого давления.

Для реализации данного метода в СибИМЭ создана экспериментальная установка, которая

базируется на тракторном двигателе А-41, установленном на нагрузочном стенде (рис. 1). Также в состав установки входят: первичные преобразователи давления впрыскивания топлива в линии топливоподачи высокого давления, первичный преобразователь частоты вращения, адаптеры каналов частоты вращения и давления впрыскивания, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), персональный компьютер (ПК), программное обеспечение (ПО) для работы с АЦП, специализированное ПО для обработки и анализа полученной диагностической информации.

Экспериментальные исследования направлены на установление взаимосвязей между структурными и диагностическими параметрами прецизионных узлов топливной аппаратуры (таблица) [9].

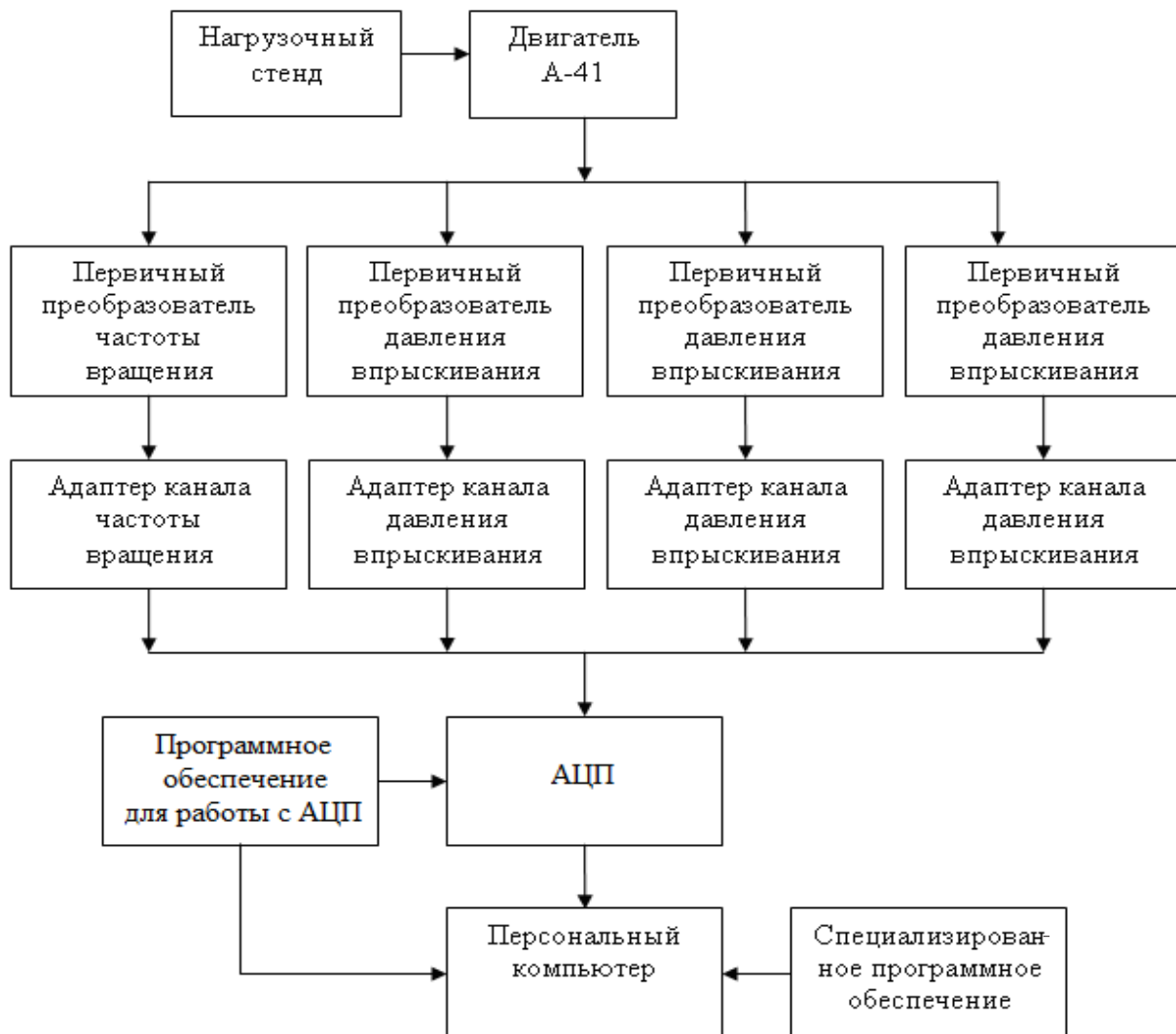


Рис. 1. Структурная схема экспериментальной установки

Перечень параметров прецизионных узлов ТА дизельных двигателей линии высокого давления

Прямой (структурный) параметр	Косвенный (диагностический) параметр
Зазор между втулкой и плунжером топливного насоса, мм	Давление в трубопроводах высокого давления, кПа Характеристики изменения давления и топливоподачи
Зазор по разгрузочному пояску нагнетательного клапана, мм	Остаточное давление в трубопроводе высокого давления, кПа
Жесткость пружины форсунки, Н/м (кгс/см)	Остаточное давление в нагнетательном трубопроводе, кПа Давление начала впрыска, кПа

**РЕЗУЛЬТАТЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

В результате экспериментов выявили влияние состояния прецизионных узлов топливной аппаратуры на параметры динамической характеристики давления впрыскивания топлива. Для получения диагностических параметров импульса впрыскивания записывали сигнал, поступающий с датчика давления на АЦП, и обрабатывали его с применением специализированного ПО. По обработанному сигналу строили динамические характеристики, например, зависимость максимального давления импульса впрыскивания от частоты вращения коленчатого вала двигателя (рис. 2).

Основным параметром данной характеристики является максимальное давление импульса впрыскивания, которое развивается при полной нагрузке двигателя. Значение этого параметра должно быть не менее 30 МПа, в противном случае плунжерная пара является неисправной и нуждается в замене [3]. По данной характеристике получили числовое значение параметра максимального давления впрыскивания при частоте вращения коленчатого вала, соответствующей максимальной мощности двигателя. Данный параметр является диагностическим и отражает техническое состояние плунжерной пары.

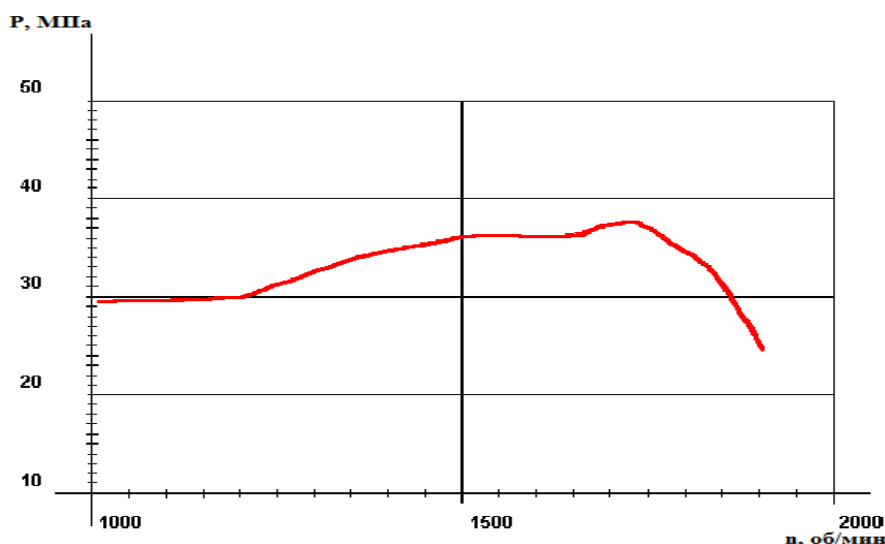


Рис. 2. График зависимости максимального давления импульса впрыскивания от частоты вращения коленчатого вала двигателя

ВЫВОДЫ

1. Преимуществом метода диагностирования прецизионных узлов ТА является существенное сокращение трудоёмкости работ по техническому обслуживанию техники, которое в конечном итоге выражается в экономии трудовых и материальных ресурсов за счёт

исключения из регламентных работ лишних операций, и своевременного восстановления неисправных прецизионных узлов ТА.
2. Техника работает с полностью исправной топливной системой, не происходит перерасхода топливно-смазочных материалов и загрязнения окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Государственный агропромышленный комитет СССР. Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 1986–1995 годы. Ч. I. Растениеводство / под ред. В. И. Черноиванова.* – М., 1988. – 958 с.
2. *Немцев А.Е., Коротких В.В.* К вопросу формирования системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники в АПК Сибири // *Достижения науки и техники АПК.* – 2009. – № 10. – С. 47–48.
3. *Петровский Д.И.* Диагностика топливной системы высокого давления дизелей по амплитудно-фазовым параметрам топливоподачи: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2005.
4. *Баширов Р.М.* Топливные системы автотракторных и комбайновых дизелей, конструктивные особенности и показатели работы. – Уфа: Изд-во БГАУ, 2001. – 156 с.
5. *Развитие методов и средств повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники / под общ. ред. канд. техн. наук В. М. Лившица // Науч.-техн. бюл. / Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ.* – Новосибирск, 1981. – № 42.
6. *Бельских В.И.* Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 575 с.
7. *Гюнтер Г.* Диагностика дизельных двигателей. Сер. Автомеханик. – М.: За рулем, 2004. – 176 с.
8. *Дролов Л.В.* Исследование способа оценки технического состояния дизельных двигателей по характеристикам переходного процесса в эксплуатационных условиях: дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 1981.
9. ГОСТ 23435–79. Техническая диагностика. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Номенклатура диагностических параметров.

DIAGNOSIS OF HIGH-PRECISION UNITS IN THE FUEL APPARATUS OF TRACTOR DIESELS

V. M. Livshits, S. V. Krashennikov

Key words: technical service, diagnosis, high-precision units, fuel apparatus, diesel engine, pressure

The paper considers the issue of condition-based maintenance of machines and states that it is the most efficient measure to save resources. The structural pattern of the pilot installation is examined. The results of the pilot research are shown by the example of this certain installation.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ
В УСЛОВИЯХ СИБИРСКОГО РЕГИОНА**

А. Е. Немцев, доктор технических наук
В. В. Коротких, кандидат технических наук
В. С. Красовских, доктор технических наук, профессор
Сибирский НИИ механизации и электрификации
сельского хозяйства Россельхозакадемии
E-mail: sibime@ngs.ru

Ключевые слова: технический сервис, система обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники, хозяйство, район, технический центр, специализированное ремонтное предприятие

Кратко описано своевременное состояние машинно-тракторного парка сельскохозяйственного производства. Сформирована общая структура системы технического сервиса в АПК Сибири. Предложен механизм формирования системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники на основе обоснования её параметров при помощи модельных составляющих: хозяйства, района, технического центра, специализированного ремонтного предприятия.

В настоящее время большинство сельскохозяйственных предприятий Российской Федерации находятся в сложной экономической ситуации. В связи с этим их технический парк практически не обновляется.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Объектом наших исследований является машинно-тракторный парк сельскохозяйственного производства Новосибирской области. Цель исследований – обоснование параметров обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники на основе нормативно-расчетного метода.

**РЕЗУЛЬТАТЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

На начало 2004 г. обеспеченность хозяйств техникой составляла 40–60% [1]. Количество списываемых машин в 3–10 раз превосходит количество вновь приобретаемых [2].

Кроме того, средний возраст техники, например в АПК Новосибирской области, по всем маркам машин превышает нормативный срок службы (таблица). Аналогичная ситуация и по другим регионам РФ.

Это обуславливает ряд серьезных негативных последствий для сельскохозяйственного производства [3]:

– большая нагрузка на работоспособную технику вследствие недостаточной обеспеченности ею (на 1000 га приходится 4–5 тракторов, а в 1989 г. было 10–12);

– низкий коэффициент готовности техники, не превышающий 0,6–0,7;

– снижение урожайности до 7–11 ц/га и потери урожая до 20–60% из-за простоев техники или эксплуатации её при ненормируемом техническом состоянии.

Совокупность перечисленных факторов снижает рентабельность хозяйств. На современном этапе развития производства добиться рентабельности агропромышленного комплекса (АПК) можно только при использовании прогрессивной инженерно-технической системы (ИТС), обусловленной рациональным формированием системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники (ОРСХТ), которая является одной из основных составляющих инженерно-технической системы.

При формировании системы ОРСХТ необходимо заранее оценивать её эффективность. С этой целью в СИБИМЭ обоснованы качественный и количественный критерии такой оценки. За качественный критерий принят коэффициент технической готовности МТП, за количественный – обобщённый показатель суммарных затрат на поддержание его работоспособности.

Известно, что коэффициент технической готовности машин (K_r) определяется следующим образом:

$$K_r = \frac{T_o}{T_o + T_b}, \quad (1)$$

где T_o – средняя наработка на отказ, ч;

T_b – среднее время восстановления работоспособности машины, ч.

Средний возраст техники в АПК Новосибирской области по состоянию на 1 января

Марка машины	Средний возраст, лет		Техника старше 10 лет,%	
	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.
К-700А, К-701, К-744	18,6	18,9	93,1	93,8
Т-150К, Т-150	18,1	18,4	91,0	91,8
Т-4А	17,4	18,1	87,0	89,7
ДТ-75, ДТ-75М	17,5	18,3	92,3	93,3
МТЗ-80, МТЗ-82	17,5	17,7	90,1	90,5
МТЗ-50, МТЗ-52	21,0	20,9	100,0	100,0
ЮМЗ-6, ЗТМ-60	19,3	20,1	97,1	99,5
Т-40, Т-40АМ, ЛТЗ-60	18,2	18,9	95,2	95,8
Т-25, Т-16, ВТЗ-30	19,0	19,6	98,3	99,2
Все тракторы	18,0	18,5	92,4	93,0
СК-5 «Нива»	16,5	17,6	95,0	96,4
СКД «Енисей»	14,6	15,1	70,9	71,3
«Дон-1500»	5,1	4,8	19,0	15,5
Импортные зерноуборочные комбайны	9,0	7,2	38,2	43,4
Все зерноуборочные комбайны	14,9	14,3	79,3	77,4
КСК-100 «Полесье», «Дон-680»	14,8	14,3	73,8	66,2
Е-301, Е-302, КПС-5Г		17,0		85,3
Все кормоуборочные комбайны	14,9	14,4	79,2	78,5

Среднее время восстановления работоспособности машины можно представить в виде:

$$T_{\text{в}} = T'_{\text{в}} + T_{\text{пр}}, \quad (2)$$

где $T'_{\text{в}}$ – минимально возможное среднее время восстановления работоспособности машины, ч;
 $T_{\text{пр}}$ – время простоя, ч (поиск неисправности, диагностирование технического состояния, отыскание и доставка запасных частей, принятие решения, зависящего от информационного обеспечения специалистов).

Обобщённый показатель суммарных затрат на поддержание работоспособности МТП характеризует затраты на обеспечение требуемого коэффициента его технической готовности. При этом необходимо, чтобы и коэффициент технической готовности МТП, и затраты на его обеспечение имели оптимальные или, по крайней мере, рациональные соотношения.

С учётом данного требования сформирована общая структура технического сервиса в АПК Сибири (рисунок).

На основе структуры, представленной на рисунке, выбраны варианты проведения технического обслуживания, ремонта обслуживаемой сельскохозяйственной техники и устранения последствий отказов МТП со следующих уровней:

- сельскохозяйственного предприятия (СХП);
- района;
- межрайонного;
- области.

Реализацию выбранных вариантов организации технического обслуживания и ремонта, формирование системы ОРСХТ в АПК целесообразно осуществлять на основе нормативно-расчётного метода, то есть её параметры необходимо рассчитывать применительно к модельным уровням, которые будут включать предприятия всех форм собственности:

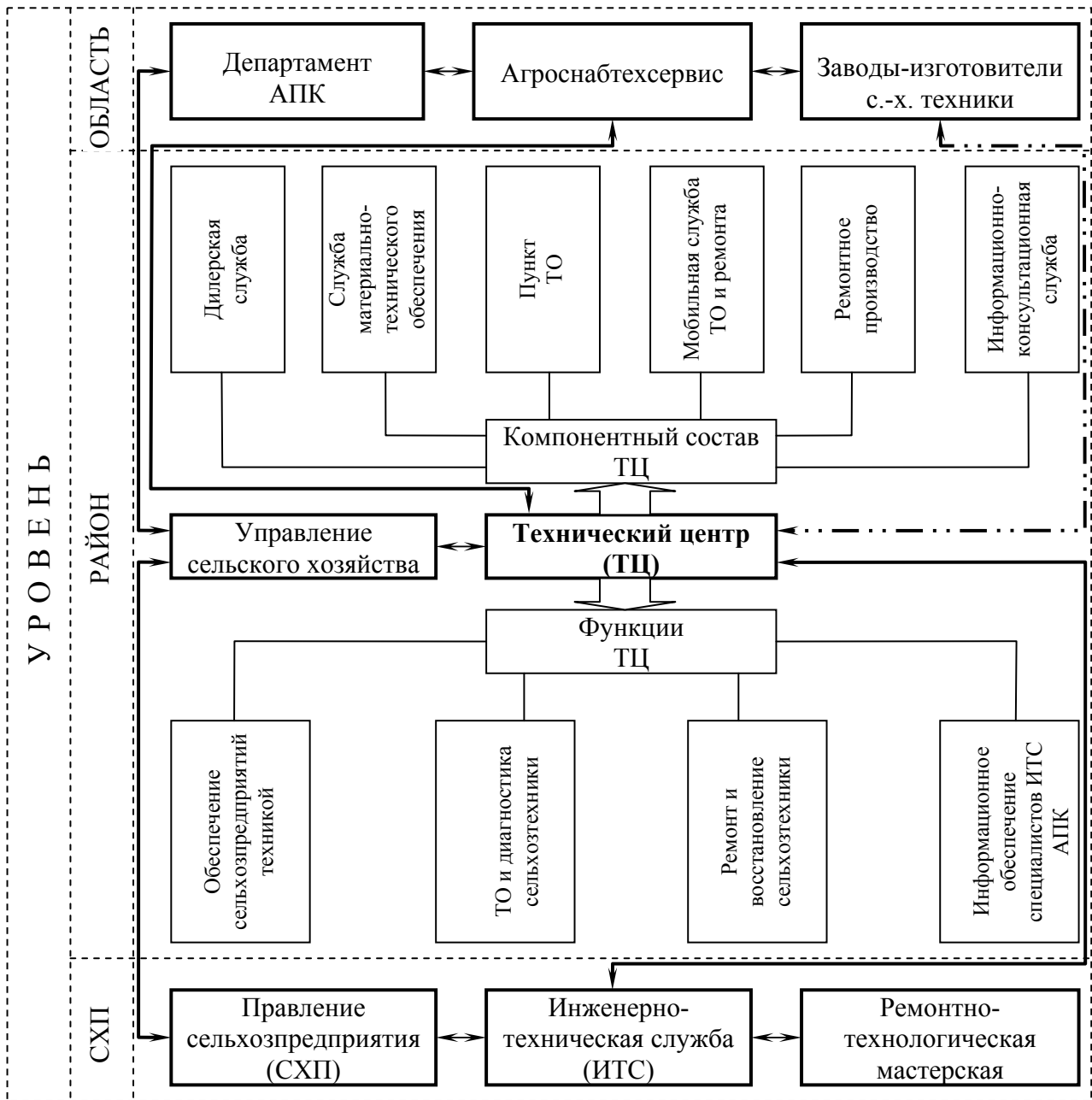
- хозяйство;
- район;
- технический центр;
- специализированное ремонтное предприятие.

Затем полученные параметры системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники для модельного уровня скорректировать с учётом реальных условий.

При формировании системы ОРСХТ необходимо учитывать три основных показателя:

- объём механизированных работ, выполняемых данной моделью машин;
- интенсивность спроса на техническое обслуживание (ТО) и ремонт техники данной модели машин;
- квалификацию механизаторов.

Модельным является такое хозяйство, которое применительно к данной модели машин имеет средний для хозяйств области объём механизированных работ \bar{W}_x , среднюю для хозяйств области интенсивность спроса $\bar{\lambda}_x$ на ТО и ремонт и среднюю для хозяйств области квалификацию механизаторов \bar{K}_x :



Общая структура системы технического сервиса в АПК Сибири

$$\bar{W}_x = \frac{W_o}{n_x}, \quad (3)$$

$$\bar{\lambda}_x = \frac{\lambda_o}{n_x}, \quad (4)$$

$$\bar{K}_x = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3}{n_o}, \quad (5)$$

где W_o – объём механизированных работ, производимый данной моделью машин в области, у.э.га;

λ_o – интенсивность спроса $\bar{\lambda}_x$ на ТО и ремонт данной марки машин в области, 1/ч;

n_x – количество хозяйств в области, шт.;

n_1, n_2, n_3 – соответственно число механизаторов 1, 2 и 3-го класса в области;

n_o – общее число механизаторов в области, чел.

Модельным районом является такой, который применительно к данной модели машин имеет средний для районов области объём механизированных работ W_p , среднюю для районов области интенсивность спроса $\bar{\lambda}_p$ на ТО и ремонт данной марки машин и среднюю для районов области квалификацию механизаторов \bar{K}_p :

$$\bar{W}_p = \frac{W_o}{n_p}, \quad (6)$$

$$\bar{\lambda}_p = \frac{\lambda_o}{n_p}, \quad (7)$$

$$\bar{K}_p = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3}{n_p}, \quad (8)$$

где n_p – количество районов в области, шт.

Модельным техническим центром (ТЦ) является такой, который производит обслуживание и ремонт МТП применительно к зоне, имеющей средний по области объём механизированных работ $\bar{W}_{тц}$ среднюю интенсивность спроса $\bar{\lambda}_{тц}$ на ТО и ремонт и среднюю квалификацию механизаторов $\bar{K}_{тц}$ для зоны, обслуживаемой этим ТЦ:

$$\bar{W}_{тц} = \frac{W_o}{n_{тц}}, \quad (9)$$

$$\bar{\lambda}_{тц} = \frac{\lambda_o}{n_{тц}}, \quad (10)$$

$$\bar{K}_{тц} = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3}{n_{тц}}, \quad (11)$$

где $n_{тц}$ – количество технических центров в области, шт.

Модельным специализированным ремонтным предприятием (СПП) является такое, которое производит обслуживание и ремонт МТП применительно к зоне, имеющей средний объём механизированных работ $\bar{W}_{рп}$, среднюю интенсивность спроса $\bar{\lambda}_{рп}$ на ТО и ремонт и среднюю квалификацию механизаторов $\bar{K}_{рп}$ для зоны, обслуживаемой данным СПП:

$$\bar{W}_{рп} = \frac{W_o}{n_{рп}}, \quad (12)$$

$$\bar{\lambda}_{рп} = \frac{\lambda_o}{n_{рп}}, \quad (13)$$

$$\bar{K}_{рп} = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3}{n_{рп}}, \quad (14)$$

где $n_{рп}$ – количество ремонтных предприятий в области, шт.

ВЫВОДЫ

1. Функционирование системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники целесообразно осуществлять на трёх территориальных уровнях: область – район – сельскохозяйственное предприятие.
2. Обоснование параметров системы ОРСХТ в АПК целесообразно производить, используя модельные уровни: хозяйства, района, технического центра, специализированного ремонтного предприятия, с последующей корректировкой данных параметров к реальным условиям.
3. На уровне района целесообразно применять механизмы межрайонной кооперации при обеспечении работоспособности техники в АПК, которые можно реализовать через технические центры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Российский трактор: реальность и перспектива* // Техника и оборудование для села.– 2004.– № 6.– С. 45–46.
2. *Немцев А. Е., Криков А. М.* Развитие сервиса – основа эффективного использования техники в Сибири // Достижения науки и техники АПК.– 2004.– № 10.– С. 21–23.
3. *Огнев И. Г., Огнев О. Г.* Формирование региональной нормативно-технической базы АПК // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 2005.– № 1.– С. 2–3.

FARM MACHINERY OPERABILITY ASSURANCE UNDER SIBERIAN REGION CONDITIONS

A. E. Nemtsov, V. V. Korotkih, V. S. Krasovskih

Key words: technical service, farm machinery operability assurance system, farm, area technical center, specialized maintenance enterprise

The paper briefly surveys the conditions of tractor fleet of agricultural production at the present time. A general structure of AIC technical service system is formed in Siberia. The mechanism to develop the system of farm machinery operability assurance is proposed. It is based on justifying the farm machinery parameters by the model constituents: farm, area, technical center, specialized maintenance enterprise.

ДЕФОРМАЦИЯ ПОЧВЫ ПЛУЖНЫМ ДИСКОВЫМ НОЖОМ

¹В. С. Нестяк, доктор технических наук

²А. Ф. Кондратов, доктор технических наук, профессор

³И. Д. Кобяков, кандидат технических наук

³А. С. Союнов, ассистент

¹Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии

²Новосибирский государственный аграрный университет

³Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина

E-mail: sibime@ngs.ru

Ключевые слова: дисковый нож; объем вытесненной почвы; сила, необходимая для прорезания почвы; сила, необходимая для поворота ножа

Рассмотрено влияние движения дискового ножа почвообрабатывающих орудий на объем вытесненной ножом почвы. Определены силы, необходимые для прорезания почвенного пласта и поворота дискового ножа на угол вокруг вертикальной оси.

Анализ влияния движения дискового ножа почвообрабатывающих орудий на деформацию почвы позволяет правильно подобрать методику прочностного расчета для механизма дискового ножа: подшипника, заклепок для крепления диска к фланцу ступицы подшипника, поводков вилки ножа и режущего диска.

вправо или влево из-за неравномерного хода плуга по ширине захвата, определяли аналитическим методом.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Деформация почвы и силы, действующие на дисковый нож почвообрабатывающего орудия, зависят от объема почвы, вытесненной дисковым ножом во время работы [1, 2]. Объем почвы, вытесненный дисковым ножом при отклонении

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На рис. 1 а показано сечение дискового ножа, где $OD = R$ (радиус диска), $AB = h / 2$, где h – толщина диска. Из прямоугольного треугольника ABD определяли $BD = h / 2 \cdot \text{ctg } \alpha$, где α – угол заточки на одну сторону диска. Из треугольника ODF $OF = R \cdot \text{tg } \alpha$, $OE = 0,3 \cdot R$. Объем половины дискового ножа (см. рис. 1 а) равен объему тела, образованного вращением отрезка AD вокруг оси Oy .

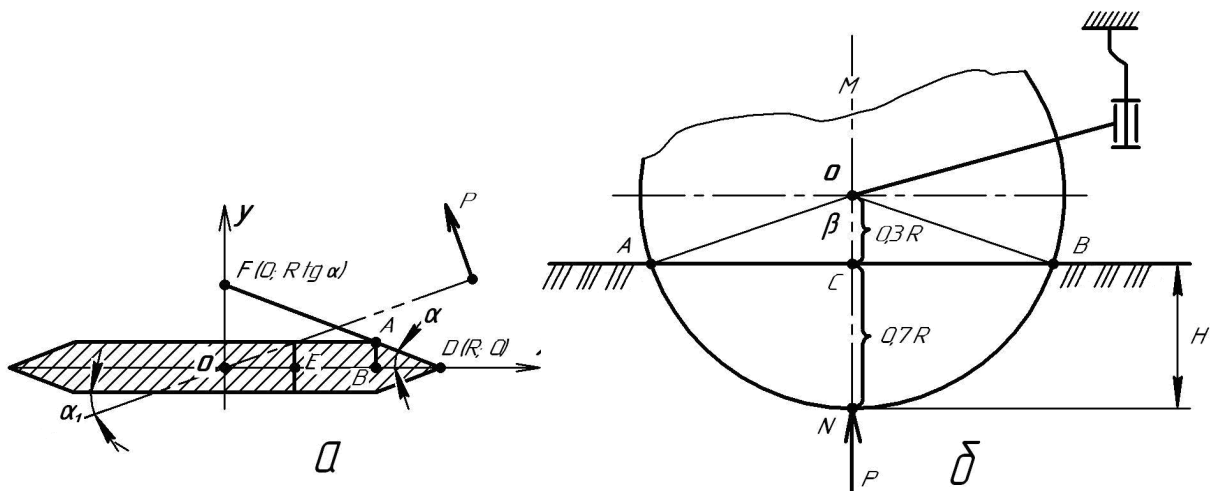


Рис. 1. Дисковый нож: а – сечение плоскости дискового ножа; б – вид сбоку

Уравнение прямой DF определяется как уравнение прямой, проходящей через две данные точки $F(0; R \cdot \operatorname{tg} \alpha)$ и $D(R; 0)$ [3]:

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}, \frac{y - R \cdot \operatorname{tg} \alpha}{-R \cdot \operatorname{tg} \alpha} = \frac{x}{R}, x = R - y \cdot \operatorname{ctg} \alpha, \quad (1)$$

где x_1 и y_1 – координаты точки F ; x_2 и y_2 – координаты точки D ; x и y – текущие координаты точки прямой.

Объем плоского дискового ножа с двухсторонней заточкой с углом 2α определяется выражением [3]:

$$V = \pi \int_0^d x^2 dy, \quad (2)$$

где $x = \varphi(y)$ – данная функция, равная $R - y \cdot \operatorname{ctg} \alpha$.

Подставляя уравнение (1) в формулу (2), находим объем плоского дискового ножа:

$$\begin{aligned} V &= 2\pi \int_0^{\frac{h}{2}} (R - y \cdot \operatorname{ctg} \alpha)^2 dy = 2\pi \int_0^{\frac{h}{2}} (R^2 - 2R \cdot y \cdot \operatorname{ctg} \alpha + y^2 \cdot \operatorname{ctg}^2 \alpha) dy = \\ &= 2\pi R^2 \left[y \right]_0^{\frac{h}{2}} - R \cdot \operatorname{ctg} \alpha \left[y^2 \right]_0^{\frac{h}{2}} + \frac{\operatorname{ctg}^2 \alpha}{3} \left[y^3 \right]_0^{\frac{h}{2}} = \\ &= \pi R^2 \cdot h - \frac{R \cdot h^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha}{4} + \frac{h^3 \cdot \operatorname{ctg}^2 \alpha}{24}, \end{aligned} \quad (3)$$

но так как $R = 0,2$ м, $h = 0,004$ м, $\alpha = 10^\circ$, то $V = 498 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$.

Объем части дискового ножа, врезанной в почву на глубину $0,7R$, находим из соотношений (см. рис. 1, б)

$$\frac{S_{kp}}{S_{ceз}} = \frac{V_{kp}}{V_{ceз}}, \text{ откуда } V_{ceз} = \frac{S_{ceз} \cdot V_{kp}}{S_{kp}}, \quad (4)$$

где S_{kp} – площадь дискового ножа, м^2 ; V_{kp} – объем дискового ножа, м^3 ; $S_{ceз}$ – площадь ножа, заглубленного в почву на $0,7R$, м^2 ; $V_{ceз}$ – объем ножа, заглубленного в почву на $0,7R$, м^3 ;

$$S_{kp} = \pi R^2 = 3,14 \cdot 0,2^2 = 0,1256 \text{ м}^2;$$

$S_{ceз}$ определяется как разность площадей сектора $AOBN$ и треугольника AOB :

$$S_{\Delta O B N} = \frac{1}{2} R^2 \cdot \sin 2\beta. \quad (5)$$

Из прямоугольного треугольника AOC имеем $\cos \beta = \frac{0,3R}{R} = 0,3$, $\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{0,91}$,

$$\sin 2\beta = 2 \sin \beta \cdot \cos \beta = 0,6 \cdot \sqrt{0,91}.$$

Следовательно,

$$S_{\Delta O B N} = \frac{1}{2} \cdot 0,2^2 \cdot 0,6 \sqrt{0,91} = 114 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2,$$

$$S_{ceз \cdot A O B N} = \frac{\pi R^2 \cdot 2\beta}{360^\circ} = 506 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2,$$

где $\cos \beta = 0,3$; $\beta = 72^\circ 30'$.

$$S_{ceз \cdot A B N} = S_{ceз \cdot A O B N} - S_{\Delta O B N} = 392 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Объем ножа, заглубленного в почву на $0,7R$,

$$V_{ceз} = \frac{S_{ceз} \cdot V_{kp}}{S_{kp}} = 155 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Сила, необходимая для прорезания почвы дисковым ножом на глубину $0,7R$, будет равна

$$P = V_{ceз} \cdot q, \quad (6)$$

где P – сила прорезания ножом, Н; q – коэффициент объемного смятия почвы для жнивья, паров и лугов $q = 9,8 \dots 24,5$ мН/м^3 .

Сила, необходимая для поворота дискового ножа на угол вокруг вертикальной оси, проходящей через центр ножа, выразится уравнением (6), откуда

$$V = \pi \cdot h^2 \cdot \left(R - \frac{1}{3} h \right), \quad (7)$$

где V – объем почвы, вытесненный нижней частью ножа (сегмент) при повороте вокруг оси на 180 град. (шаровой сегмент). Подставляя данные в формулу, получим: $V = 9231,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$.

Объем, вытесненный диском при повороте на 1 град., равняется $V^{1^\circ}_{почвы} = 51,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$, а сила, необходимая для поворота ножа на 1 град. при $q = 20$ мН/м^3 , будет равна:

$$P = q \cdot V = 20 \text{ мН/м}^3 \cdot 51,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 1026 \text{ Н}.$$

Зависимости $P = f(V, \alpha, q)$ показаны на графиках (рис. 2).

Силы, действующие на движущийся нож в горизонтальной плоскости, появляются от неравномерности хода плуга по ширине захвата. Вилка дискового ножа, укрепленная шарнирно на раме почвообрабатывающего орудия, повернется вокруг вертикального столбика на определенный угол, но нож, заглубленный в почву, стремится сохранить прямолинейное движение.

Графоаналитически выявлено, что при движении по дуге с различным радиусом дисковый нож подрезает почвенный пласт (ленту), сечение которого представляет собой неполную четверть

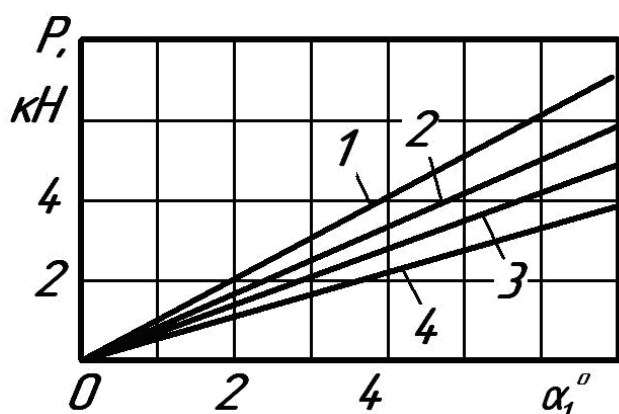


Рис. 2. Зависимость силы (P) реакции почвы от угла (α_1) поворота диска и коэффициента объемного смятия почвы q : 1 – $q = 24$; 2 – $q = 17$; 3 – $q = 10$ и 4 – $q = 3$ мН/м^3

эллипса, и отжимает ее в сторону центра описываемой окружности (рис. 3). При этом передняя нижняя часть лезвия ножа подрезает пласт по дуге и прижимает его к вертикальной стенке (уплотненный слой заштрихован). Задняя нижняя четверть ножа не испытывает сопротивления почвы, так как перемещается по выбранному передней частью ножа участку. Таким образом, почва деформируется в основном передней нижней четвертью ножа (результаты исследования приведены в таблице).

По данным таблицы построен график зависимости деформации почвы от заглубления и перемещения ножа по дуге с различным радиусом (рис. 4).

Ширина почвенного пласта (в плане) в зависимости от траектории перемещения ножа

Радиус дуги R , см	Ширина пласта (b') при глубине врезания ножа в почву, см		
	6	12	18
50	2,91	4,47	4,90
100	1,41	2,22	2,50
200	0,66	1,10	1,30
300	0,41	0,72	0,90
400	0,28	0,54	0,70
500	0,21	0,42	0,58
600	0,16	0,35	0,50
800	0,10	0,26	0,40
1000	0,06	0,20	0,34

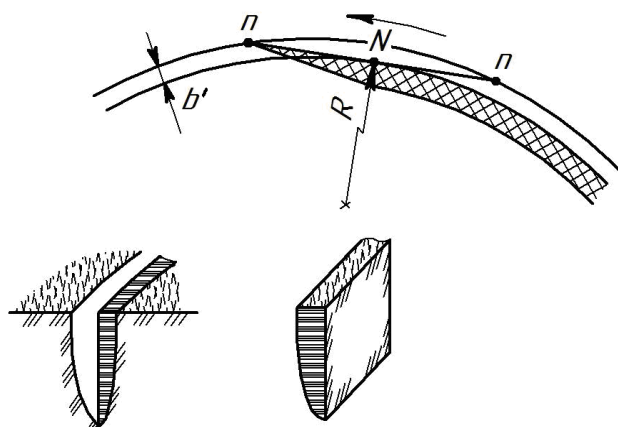


Рис. 3. Поперечное сечение пласта

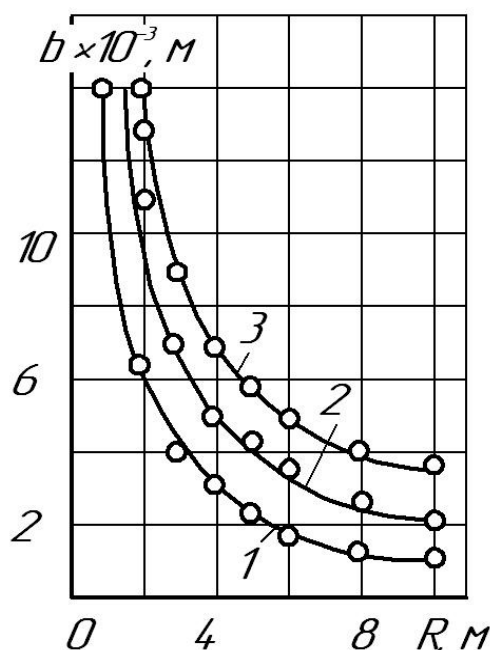


Рис. 4. Зависимость деформации почвы от радиуса траектории перемещения ножа при различном его заглублении: 1 – $h = 0,06$ м; 2 – $h = 0,12$ м; 3 – $h = 0,18$ м

Зависимость эта гиперболическая и выражается уравнением

$$b' = \beta_i + \alpha_i/R, \text{ см} \quad (8)$$

где $i = 1, 2, 3$, а α_i и β_i определяются из системы нормальных уравнений

$$\begin{cases} \alpha_i \sum_{j=1}^k \frac{1}{R_j} + K \cdot \beta_i = \sum_{j=1}^k b_j \\ \alpha_i \sum_{j=1}^k \frac{1}{R_j^2} + \beta_i \sum_{j=1}^k b_j \cdot \frac{1}{R_j} = \sum_{j=1}^k b_j \cdot \frac{1}{R_j} \end{cases} \quad (9)$$

где K – равняется числу значений радиусов ($K = 9$).

На основании табличных данных получили:

$$\alpha_1 = 150; \alpha_2 = 225; \alpha_3 = 240; \beta_1 = -0,09; \\ \beta_2 = -0,025; \beta_3 = 0,1.$$

Взяв из таблицы для примера радиус дуги $R = 400$ см при заглуплении диска на 18 см, по формуле (8) находим

$$b' = 0,1 + \frac{240}{400} = 0,7 \text{ см},$$

что соответствует экспериментальным данным.

При графическом определении истинного сечения деформируемого пласта были получены фигуры, имеющие форму неполной четверти эллипса (рис. 5).

При движении ножа по дуге с различным радиусом R точка K может принимать различные положения на отрезке AB . Площадь этих фигур, например KBC , вычисляется с помощью определенного интеграла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчёт почвообрабатывающих машин: науч. изд.– М.: Машиностроение, 1977.– 328 с.
2. Кобяков И.Д., Огрызков Е.П., Батулин Ф.И. Графоаналитическое определение деформации почвы при различной траектории движения дискового ножа // Вопросы механизации сельскохозяйственного производства: науч. тр. / Ом. с.-х. ин-т.– Омск, 1975.– Т. 141.– С. 57–59.
3. Корн Г.Н., Корн Т.Н. Справочник по математике для научных работников и инженеров: учеб. пособие.– М.: Наука, 1970.– 720 с.

SOIL DEFORMATION CAUSED BY PLOW DISK CUTTER

V. S. Nestyak, A. F. Kondratov, I. D. Kobyak, A. S. Soyunov

Key words: disk cutter, soil displaceable volume, force required for soil cutting, force required for the cutter turn

The effect of the movement of a disk cutter in tillers on the volume of displaced soil. The forces are determined that are needed for cutting a soil layer and turning the disk cutter for the angle around the vertical axis.

$$S = \int_a^b x dy, \quad (10)$$

где $x = f(y)$ есть уравнение кривой, ограничивающей площадь.

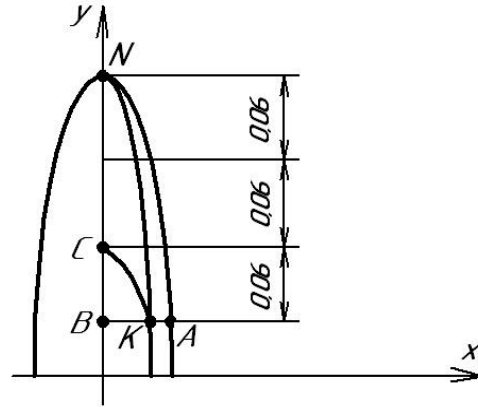


Рис. 5. Графическое изображение возможных сечений деформируемого пласта почвы

В нашем случае это уравнение эллипса

$$\frac{y^2}{b^2} + \frac{x^2}{a^2} = 1, \quad (11)$$

где b – большая полуось эллипса, равная радиусу диска; a – малая полуось эллипса.

ВЫВОДЫ

1. Объем почвы, вытесненной диском при повороте на 1 град., равняется $51,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$.
2. Сила, необходимая для поворота ножа на 1 град. при коэффициенте объемного сжатия почвы 20 мН/м^3 , составляет 1026 Н.

ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ КОРОВ

¹Н. А. Петухов, доктор технических наук

¹В. Н. Петухов, кандидат технических наук

²А. А. Диденко, научный сотрудник

¹Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии

²Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: sibime@ngs.ru

Ключевые слова: доение, доильный аппарат, коллектор, параметры пульсатора, электромагнитный пульсатор

Приведено описание экспериментального доильного аппарата, обеспечивающего качественную стимуляцию рефлекса молокоотдачи, молоковыведения в соответствии с физиологическими требованиями коров и защиту сосков от вредного действия вакуума.

Основным устройством для доения животных является доильный аппарат, так как он непосредственно воздействует на вымя. Признано, что существующие доильные аппараты, как в нашей стране, так и за рубежом, не обеспечивают стимуляцию режима молокоотдачи, имеют низкую интенсивность доения, необходимость в машинном додаивании, влияют на заболеваемость коров маститом. Малоэффективное доение приводит к неполному выдаиванию, в результате происходит снижение молочной продуктивности и наступает преждевременный запуск коров. В связи с этим велись и ведутся исследования, направленные на создание таких конструкций машин, которые устраняли бы эти недостатки. При этом различные фирмы применяют в принципах работы и в конструкциях доильных аппаратов разнообразные методы, улучшающие отдельные стороны процесса доения (в основном снижение величины подсоскового вакуума в начале и в конце доения).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Адекватный доильный аппарат (режимы и параметры которого соответствуют физиологическим требованиям коровы к машинному доению) должен осуществлять стимуляцию рефлекса молокоотдачи, полностью выдаивать и не наносить вреда вымени животного [1].

Эталоном извлечения молока из вымени является акт сосания коровы теленком.

Воздействие на сосок в акте сосания теленком представляет собой колебательный процесс, характеризуемый как основной частотой (1,5–

2,5 Гц) изменения давления (от –8 до 30 кПа) и вакуума (от 8 до 30 кПа), служащей в основном для извлечения молока, так и стимулирующей частотой (10±2,5 Гц) (соответствует α-ритму колебаний мозга), вызывающей в основном рефлекс молокоотдачи. Стимулирующая частота действует на сосок при увеличении напряженности мышц (амплитуда воздействия 1–2 мм). Основной цикл делится на два периода (деление соответствует золотой пропорции 1,618): извлечение молока (за счет вакуума и давления) – 61,8% и отдых (уменьшение давления и вакуума) – 38,2% [2]. Количество молока, извлекаемого за один цикл теленком, 4 мл, стаканом трехтактного доильного аппарата – 1,87 мл [3].

Самые распространенные доильные аппараты на фермах РФ АДУ-1 не отвечают основным зоотехническим требованиям: не вызывают стимуляцию рефлекса молокоотдачи, не обеспечивают соответствие интенсивности молоковыведения молокоотдаче, защиту сосков от вредного действия вакуума, полноту выдаивания.

Из существующих доильных аппаратов некоторые отвечают отдельным зоотехническим требованиям. Так, доильный аппарат АДС-1 (АДУ-1 исп. 04) вызывает полноценный рефлекс молокоотдачи в процессе доения автоматически, в некоторой степени снижает вредное воздействие вакуума и уменьшает время на машинный додой. Доильный аппарат «Волга» снижает вредное воздействие вакуума на соски коровы, но при этом сильно снижает интенсивность молоковыведения и полноту выдаивания. Доильные аппараты «Duovac-300» и «Нурлат» снижают вредное воздействие вакуума при передержках аппарата на вымени.

Техническая характеристика аппарата

№ п/п	Показатель	Значение показателя
1	Рабочее вакуумметрическое давление, кПа	48–50
2	Частота пульсаций, Гц основная стимулирующая	1 ± 0,1 10 ± 1
3	Соотношение тактов основной частоты, % сосание сжатие отдых	75 ± 2 15 ± 2 10 ± 2
4	Соотношение тактов стимулирующей частоты, % сосание сжатие	75 ± 2 25 ± 2
5	Максимальная величина вакуумметрического давления в межстенных камерах доильных стаканов во время такта сосания, кПа	42–45
6	Минимальная величина вакуумметрического давления в подсосковых камерах доильных стаканов во время такта отдыха, кПа	8–15

Адекватный доильный аппарат должен обеспечивать качественную стимуляцию рефлекса молокоотдачи, молоковыведение в соответствии с молокоотдачей и защиту сосков от вредного действия вакуума.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На основе проведенных исследований в СибИМЭ разработан экспериментальный доильный аппарат (в переносном и стационарном видах), стимулирующий рефлекс молокоотдачи и предохраняющий вымя коров от вредного воздействия вакуума (таблица).

Доильный аппарат включает в себя электромагнитный или комбинированный пульсатор с блоком управления, питающимся от малогабаритного аккумулятора или от сети постоянного тока 12 В, четырехкамерный коллектор с клапанной системой, доильные стаканы, шланги и патрубки.

Комбинированный пульсатор состоит из электромагнита и пневматического повторителя-усилителя, который копирует выходной пневматический сигнал электромагнита, усиливает его и передает по шлангу к межстенным камерам доильных стаканов.

Блок управления состоит из платы, органов переключения режимов («Заряд-Питание», «Пуск», «Стоп») и индикации работы. При этом непрерывное свечение светодиода означает включенное состояние блока управления.

Плата управления построена на основе микропроцессора AtMega16. Тактовая частота внутреннего синхрогенератора составляет 8 МГц. Внутренняя память программ – 16

Мбайт. Оперативная память – 512 кбайт. Корпус TQFP- 44. Габариты 12·10·1,2.

Для того чтобы доильный аппарат отвечал всем физиологическим требованиям, в коллектор введено управляющее устройство подсоскового вакуума, изменяющее его в течение цикла, способствующее снижению вредного действия вакуума на соски коровы и одновременно не снижающее интенсивности выдаивания.

Коллектор образует такт отдыха, способствуя снижению вредного воздействия вакуума на соски животного, и одновременно способствует сохранению интенсивности выдаивания, соответствующей молокоотдаче животного.

Результатом воздействия доильного аппарата на сосок является извлечение молока и дальнейшая транспортировка его в молокопровод или доильное ведро. При этом осуществляется преобразование потенциальной упругостной энергии давления (вакуум – атмосфера) $E(p_p)$ на входе пульсатора (П) и коллектора (К) в колебательный поток энергии (мощность) на выходе пульсатора $W_n(t)$ и коллектора $W_{nb}(t)$. Затем колебательная мощность $W_{mk}(t)$ передается по шлангам в межстенные камеры (МК) доильных стаканов (ДС), где преобразуется относительно мощности подсоскового вакуума $W_{nb}(t)$ в колебательную мощность сосковой резины $W_{cp}(t)$. Колебательная мощность сосковой резины совместно с $W_{nb}(t)$ передается на сосок коровы в виде мощности сжатия соска $W_{ck}(t)$. Мощность $W_{ck}(t)$ вызывает рефлекс молокоотдачи, а под действием $W_{nb}(t)$ происходит извлечение молока. Из коллектора молоко транспортируется (q_{tr}) в доильное ведро или в молоко-

провод под действием мощности транспортировки $W_{тр}(t)$, не влияя на $W_{пв}(t)$.

Основной цикл аппарата подразделяется на три такта: сосание, сжатие, отдых. При этом подсосковый вакуум $P_{пк}(t)$ за время такта сосания (продолжительность от цикла $t_{ос} = 75-80\%$) поддерживается примерно на уровне рабочего вакуума P_p . За время такта сжатия ($t_{осж} = 10\%$) поддерживается также примерно P_p . За время такта отдыха ($t_{оо} = 10-15\%$) подсосковый вакуум снижается от P_p до 8 кПа (примерно P_8). За время такта сосания вакуум в межстенных камерах колеблется от $P_p - \Delta P_1$ до $P_p - \Delta P_2$, где $\Delta P_1, \Delta P_2$ – ми-

нимальные и максимальные перепады давления в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов.

ВЫВОДЫ

Установлены некоторые характеристики экспериментального доильного аппарата, обеспечивающего качественную стимуляцию рефлекса молокоотдачи, молоковыведения в соответствии с физиологическими требованиями коров и защиту сосков от вредного действия вакуума.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барышников И.А. Физиологические механизмы машинного доения. – М.; Л.: Наука, 1964. – С. 8–10.
2. Петухов Н.А. Технологическая система машинного доения коров / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибИМЭ.– Новосибирск, 1996. – 88 с.
3. Пейнович М.Л. Новые данные по физиологии доения // Тр. СибНИИЖ.– Новосибирск, 1957.– Вып. 3.– 91 с.

MILKING APPARATUS MEETING PHYSIOLOGICAL REQUIREMENTS OF COWS

N.A. Petukhov, V.N. Petukhov, A.A. Didenko

Key words: milking, milking apparatus, collector, pulsator parameters, electromagnetic pulsator

The paper describes a pilot milking apparatus providing qualitative stimulation of milk output reflex, milk extracting in accordance with milk output and teats protection from vacuum harmful effects. It underlines that the apparatus meets physiological requirements of cows.

УДК 631.3:631.171.001.891

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, СДЕРЖИВАЮЩИЕ ИННОВАЦИОННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В АГРОИНЖЕНЕРНОМ СЕКТОРЕ НАУКИ И СЕЛЬХОЗМАШИНОСТРОЕНИИ

¹Г.Е. Чепурин, член-корреспондент Россельхозакадемии

²А.Ф. Кондратов, доктор технических наук, профессор

¹Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии

²Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: sibime@ngs.ru

Ключевые слова: инновационная деятельность, техническая продукция, опытный образец, опытная партия, средний и малый бизнес

Представлены материалы, отражающие специфику развития инновационной деятельности в агроинженерном секторе науки и сельхозмашиностроении. Рассмотрены этапы инновационной деятельности при разработке технической продукции, дан анализ возможных путей сотрудничества агроинженерной науки с предприятиями сельхозмашиностроения при реализации результатов НИОКР, указаны факторы и причины, их порождающие, которые сдерживают развитие инновационной деятельности.

Отличительной чертой XXI в. выступает процесс глобализации экономики, разрушающий на-

циональные границы, не знающий никаких преград, приносящий выгоды от углубления между-

народного разделения труда и усиления корпоративных связей, приводящий к интеграции. Однако выигрыш от глобальной экономики для различных стран будет не равнозначим. Развитые капстраны получают новый импульс для роста экономики, решения социальных и экономических задач.

Развивающиеся же страны, в том числе и Россия, в международном разделении труда выступают как территории, обеспечивающие глобальные корпорации сырьем, недостаточно квалифицированным дешевым трудом, размещающие на своих территориях экологически опасные и вредные для здоровья человека производства. В условиях глобальной экономики в сельском хозяйстве и сельхозмашиностроении России, определяющей их инновационный путь развития, являются новые знания, информация, новые машинные технологии, техника, создание и передача новых знаний, подготовка и повышение квалификации кадров, занятых инновационной деятельностью, а также повышение наукоемкости производства и организации инновационного менеджмента.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время, вступив на путь инновационной экономики [1], Россия до сих пор не имеет закона об инновационной деятельности. Отсутствие ясного в нормативно-правовом плане понимания сущности инновационной деятельности не способствует успешному развитию совместной деятельности науки и малого, среднего бизнеса и предприятий крупного сельхозмашиностроения.

В ряде работ, а также законодательных актах отдельных регионов [2] инновационная деятельность трактуется только как деятельность, направленная на внедрение научно-технических или научно-технологических достижений в технологические процессы, новые или усовершенствованные товары, услуги, реализуемые на внутреннем и внешних рынках.

Такая трактовка инновационной деятельности не предусматривает первоочередную необходимость проведения НИОКР как основы получения новых знаний, нововведений, отсутствие которых ведет к серьезному отставанию от уровня высокоразвитых стран, делает проблематичным успешное развитие инновационной экономики в аграрном секторе. Поэтому не случайно по объ-

емам инновационных технологий, наукоемкой техники Россия значительно отстает, занимая 0,3 %, США – 39 %, Япония – 30 % [3].

В США процесс инновационной деятельности включает в себя следующие этапы [4]: появление новой идеи; исследования и эксперименты, уточняющие, чем может пригодиться идея; изготовление, испытание нового образца или разработка новой технологии и её апробация; технологическая подготовка производства; выпуск опытной партии или малой серии машин; выяснение потенциального спроса; продвижение на рынок.

Примерно такое же определение инновационной деятельности дано в Письме Правительства РФ от 5 апреля 2005 г. № 247 Зп-П7 «Основные направления политики РФ в области развития инновационной системы на период до 2010 года».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Схематично инновационную деятельность в агроинженерной сфере АПК от идеи до рыночного продукта и получение прибыли можно разделить на четыре этапа: НИОКР (фундаментальные и прикладные), ОКР, технологическая подготовка производства и выпуск продукции, коммерциализация научной разработки (рисунок).

На первом этапе разрабатывают принципиальную технологическую схему устройства, изготавливают лабораторную установку, действующий макет, экспериментальный образец. С их помощью проводят лабораторные, хозяйственные исследования и испытания, результаты которых служат основой для подготовки статей и заявочных материалов для получения патентов на изобретения.

Второй этап включает разработку технической документации, изготовление опытных образцов, проведение их испытаний (заводских, хозяйственных, предварительных и приемочных), которыми подтверждается соответствие новой продукции технологическим требованиям и правилам технической и экологической безопасности. На основании анализа результатов испытаний опытных образцов производят предварительную оценку рыночного спроса на продукцию, целесообразность патентования новации, засекречивания технических или иных решений и принимают решение о производстве продукции.

Третий этап (производственный) включает разработку технологической документации

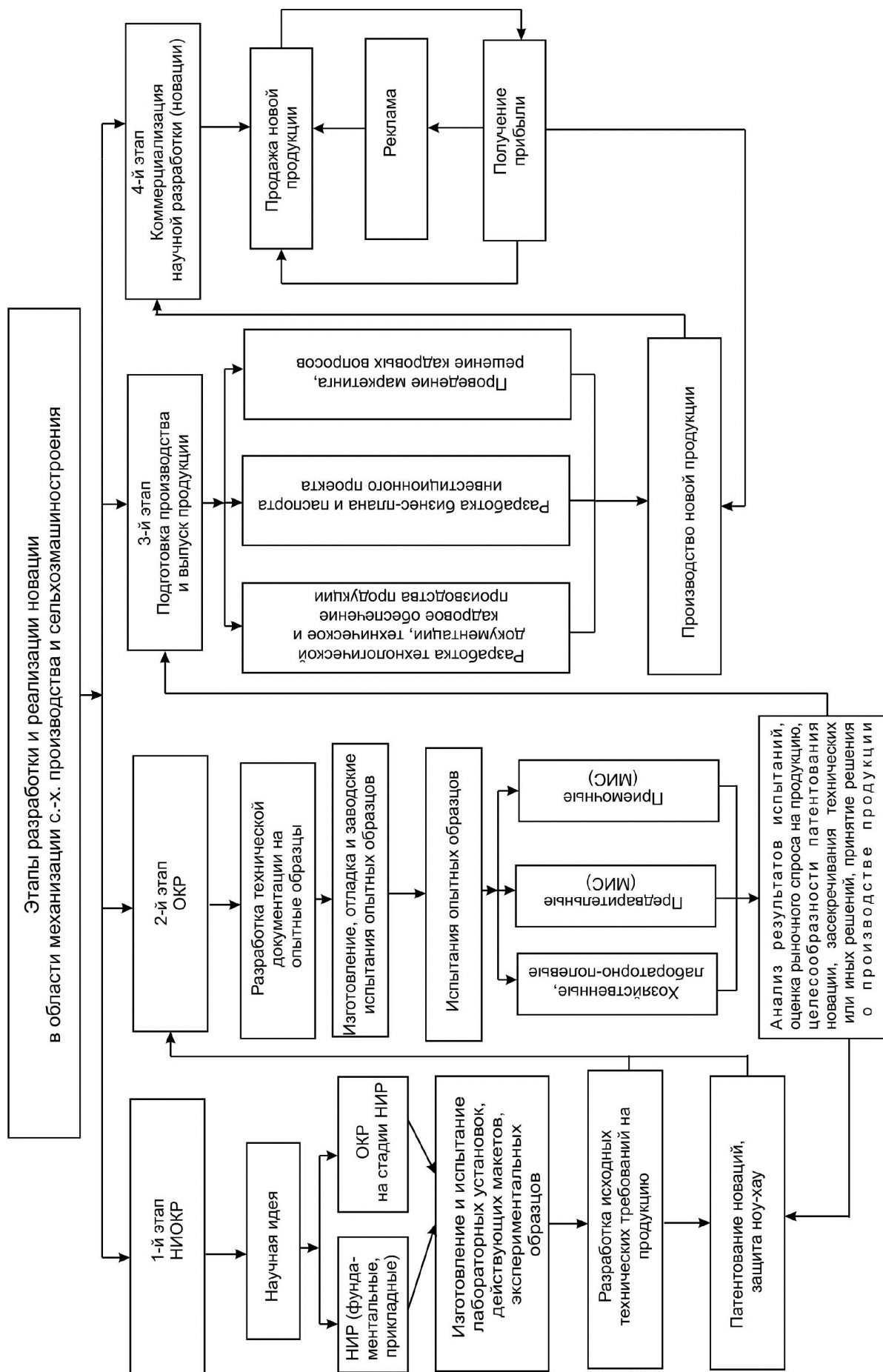


Схема инновационной деятельности при разработке научно-технической продукции

МЕХАНИЗАЦИЯ

Основные факторы, сдерживающие развитие инновационной деятельности в агроинженерной науке и её тесное сотрудничество с предприятиями сельхозмашиностроения

№ п/п	Название фактора	Источник или причины, ограничивающие инновационное развитие экономики в России	Предложения по стимулированию развития инновационной деятельности
1	Отсутствует правовая база для развития инновационной деятельности в науке и машиностроении	Отсутствует закон «Об инновационной деятельности»	Разработать и принять закон ГНУ
2	Отсутствуют привилегированные условия для науки и отечественных предпринимателей малого и среднего бизнеса. По освоению инновационных идей малый и средний бизнес не обладает достаточным капиталом, чтобы использовать инновации	Существующая система налогообложения науки и малого, среднего бизнеса (налог на имущество, землю и т.д.)	Действенная поддержка государством науки и бизнеса, льготное налогообложение
3	Нарушено триединство в ГНУ инженерной сферы: институт–КБ–опытный завод. Федеральным законом № 127 от 23 августа 1996 г. ст. 6 не допускалось выделение из состава научной организации опытного, опытно-экспериментального производства	ФЗ от 22.08.2004 г. № 122. Этот пункт утратил силу. КБ и опытные заводы переведены в ГУП, и затем ликвидированы как юридические лица	Восстановить ранее действующий абзац в Федеральном законе «О науке и научно-технической политике»
4	Необоснованно усложнена процедура сдачи имущества НИИ в аренду, она преследует только получение доходов, не учитывает цели и адрес аренды: для хозяйственных нужд или наукоемкому малому или среднему предпринимательству	Распоряжение Мингосимущества РФ от 28.04.1998, № 774-р «Об утверждении положения о проведении торгов на право заключения договоров аренды объектов недвижимости, находящихся в федеральной собственности»	При сдаче в аренду преследовать не только цель, кто больше даст, а прежде всего налаженные связи с арендаторами, имеющие перспективные совместные разработки с НИИ, которые уже вложили часть своих средств в укрепление материально-технической базы арендодателя. Существующая ныне схема сдачи помещений в аренду фактически отменяет принципы инкубирования, выращивания новых наукоемких предприятий
5	Нарушена престижность труда ученых, инженеров, конструкторов, квалифицированных специалистов. Отсутствие жилья, мизерная зарплата, устаревшее научное материально-техническое оборудование не привлекают в науку молодых ученых и аспирантов	Приватизированы бывшие в НИИ общежитие и жилье. Средства на строительство жилья ученым НИИ государством практически не выделяются	Установить ученым достойную заработную плату и обеспечить их, особенно молодых, ведомственным жильем. Оснастить НИИ современным оборудованием и приборами
6	Запрещено ГНУ средства, полученные от предпринимательской деятельности или иной приносящей доход деятельности, направлять на покупку ценных бумаг и создание других организаций, т. е. выступать в качестве учредителей или членов при создании малых предприятий и некоммерческих организаций для коммерциализации результатов своих НИОКР, а также продавать патенты, программы или любые результаты научной и научно-технической деятельности	Генеральное разрешение Минфина РФ от Россельхозакадемии № 190060 от 21.04.2005 и разрешение № 02 СО Россельхозакадемии от 26 апреля 2005 г. Письмо СО Россельхозакадемии № 1064 от 13.06.2007; Письмо МФ РФ от 12.03.2007 г., № 02–14–13/539 и Федерального казначейства от 12.03. 2007 № 42–7.1–15/5.1–93	Снять эти ограничения. Принять ФЗ для запуска в хозяйственный оборот интеллектуальной собственности ГНУ, полученной за счет федерального бюджета, в котором должна быть прописана возможность ГНУ учреждать инновационные организации (предприятия) для коммерциализации результата в научно-технической деятельности и сдавать создаваемым ими наукоемким предприятиям помещение в аренду на льготных условиях

для производства продукции и организации производства. Этот этап требует больших затрат на приобретение оборудования, материалов, комплектующих, оплату труда и т.д. Без участия инвестора выполнить этот этап невозможно. Чтобы его убедить в реальности получения прибыли от производства и сбыта продукции, необходимо подготовить паспорт инвестиционного проекта и план его реализации, т.е. бизнес-план, представить результаты исследования рыночного спроса на продукцию.

Четвертый (заключительный) этап – коммерческий. Осуществляется продажа продукции и появляется возможность вернуть инвестору вложенные средства и выйти на режим самофинансирования производства продукции за счет получаемой прибыли. Для обеспечения надежного сбыта продукции необходима реклама, расходы на которую покрываются за счет прибыли.

Представленные на рисунке этапы цикла инновационной деятельности при разработке научно-технической продукции показывают, что наиболее результативным сотрудничеством ГНУ инженерной сферы и науки с предприятиями малого, среднего бизнеса и крупного сельхозмашиностроения возможен, прежде всего, на первом и втором этапах инновационного цикла, когда происходит процесс материализации научной идеи, в экспериментальный, опытный образцы продукции и их испытание.

В институтах инженерной сферы Россельхозакадемии, которые в большинстве случаев лишены конструкторских организаций и опытных производств (заводов), триединство ГНУ–КБ–опытное производство было нарушено изменениями, внесенными в ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» в 1998 г. Более того, Письмом Министерства финансов РФ от 12 марта 2007 г. № 02–14–13/539 ГНУ РАСХН запрещено средства, полученные от предпринимательской и иной приносящей доход деятельности, направлять на создание других организаций, т.е. ГНУ лишены возможности создавать на коммерческой основе малые предприятия для коммерциализации результатов научной деятельности.

Возможен также путь организации производства новаций, разработанных ГНУ, через продажу лицензий предприятиям малого и среднего бизнеса. В этом случае риск по освоению новой продукции передается покупателю лицензий, который самостоятельно решает проблемы организации производства и сбыта продукции. Работники НИИ в меньшей степени отвлекаются от научной деятельности. Главная их задача – подготовить к продаже лицензии и осуществлять техническое сопровождение при выпуске продукции, получая при этом доход в виде роялти.

Однако и этот путь сотрудничества ГНУ с предприятиями сельхозмашиностроения, малым и средним бизнесом не работает, так как Генеральным разрешением на финансовые операции СО Россельхозакадемии № 190060 от 26 апреля 2005 г. исключается возможность получения доходов от продажи и использования результатов научной и научно-технической деятельности.

В таблице представлены основные факторы, сдерживающие развитие инновационной деятельности в агроинженерной науке и сельхозмашиностроении.

ВЫВОДЫ

1. В рыночных условиях при несовершенстве законодательной базы по защите интеллектуальной собственности проблематично продвижение новой продукции на рынок с привлечением малого и среднего бизнеса и предприятий крупного машиностроения, так как любое раскрытие коммерческой тайны, ноухау чреват потерей интеллектуальной собственности и возможного дохода от реализации готовой продукции.
2. Устранение рассмотренных факторов и причин, их порождающих, обеспечит развитие инновационной деятельности в стране, а также эффективное сотрудничество агроинженерной науки с предприятиями сельхозмашиностроения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Досье* на проект ФЗ № 99029071–2 «Об инновационной деятельности и государственной инновационной политике» // Справочная правовая система «Гарант» (опубликована www.garant.ru).
2. Закон г. Москвы № 64 от 30.11.2005 г. «Об инновационной деятельности в г. Москве».
3. *Ципко А.* Что такое инновационное общество // Рос. газ.– 2008.– № 29, 12 февр.
4. *Накоряков В.* Инновация под прессом // Наука Сибири.– 2004.– № 17.

MAIN FACTORS RESTRICTING INNOVATIVE ACTIVITY IN AGROENGINEERING SECTOR OF SCIENCE AND FARM MACHINERY BUILDING

G. E. Chepurin, A. F. Kondratov

Key words: innovative activity, technical produce, pilot model, pilot consignment, small and middle business

The paper presents the materials reflecting specificity of innovative activity advance in agroengineering sector of science and farm machinery building. It considers stages of innovative activity during the development of technical produce, analyzes possible ways of cooperation of agroengineering science with farm machinery building enterprises when realizing «Research & Development» outcomes. The paper also points out factors and causes that restrict the advance of the innovative activity.

УДК 631.3:631.171.001.891

ТИПАЖ ЗЕРНОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В СИБИРИ

¹Г. Е. Чепурин, член-корреспондент Россельхозакадемии

²Ю. Н. Блынский, доктор технических наук, профессор

¹Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии

²Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: sibime@ngs.ru

Ключевые слова: типаж техники, степень загрузки молотилки комбайна, подача хлебной массы

Представлены методика обоснования типажа машин, рекомендуемые технологии и техники для уборки зерновых в Сибири.

Производительность уборочной техники за час сменного времени определяется скоростью движения машины, шириной захвата жатки, коэффициентом использования времени смены.

Насущной, просто жизненно важной для сельхозотрасли, стала задача создания механизма, обеспечивающего общие для всех порядок и правила обращения техники на рынок АПК, установление ответственности участников рынка за свою продукцию.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Повысить производительность комбайнов можно за счет: увеличения ширины захвата жатки и хедера, пропускной способности молотильно-сепарирующих устройств, мощности двигателей, сокращения времени в течение смены на техническое и технологическое обслуживание; применения новых технологий уборки зерновых и совершенствования организационных методов использования уборочной техники, обеспечивающих увеличение времени чистой работы в течение смены и уборочного периода.

Данные, характеризующие степень загрузки комбайнов в зависимости от урожайности и ширины захвата жатки при раздельной уборке и хедеров при прямом комбайнировании [1], представлены в табл. 1.

Степень загрузки молотилки комбайна (γ) определяется как отношение фактической подачи хлебной массы, поступающей в молотилку (g), к ее паспортной пропускной способности (g_0), $\gamma = g/g_0$.

Перспективный класс комбайнов и валковых жаток для зон Сибири (табл. 2) определен из условия производительности комбайнов на обмолоте зерновых в 1,5–2 раза по сравнению с существующими комбайнами класса 5–6 кг/с и валковыми жатками шириной захвата 6 м.

При наличии в зонах комбайнов класса 6–9 кг/с и валковых жаток шириной 6 и 10 м имеется возможность оптимальной загрузки комбайнов и формирования валков с ширины захвата 6, 10, 12, 16 и 20 м за счет того, что жатки 6 и 10 м реверсивные или имеют правые или левые выгрузные окна. Для прямого комбайнирования комбайны класса 6–9 кг/с должны иметь в зависимости от урожайности и условий работы ширину захвата от 5 до 10 м.

Таблица 1

Степень загрузки комбайнов в зависимости от урожайности и ширины захвата жатки при раздельной и прямой уборке

Ширина захвата жатки, м	Класс комбайна, кг/с	Урожайность, ц/га								
		10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	5	0,44	0,66	0,89	1,10	1,32	1,54	1,71	1,9	–
	6	0,36	0,54	0,73	0,91	1,08	1,26	1,5	1,7	–
	8	0,30	0,45	0,60	0,75	0,89	1,05	1,2	1,4	–
	9	0,22	0,40	0,56	0,70	0,87	1,02	1,15	1,32	1,5
	10	0,24	0,39	0,52	0,68	0,78	0,9	1,05	1,2	1,3
10	5	0,61	0,91	1,21	1,51	1,82	2,12	2,4	–	–
	6	0,52	0,80	1,05	1,31	1,57	1,83	–	–	–
	8	0,43	0,65	0,87	1,09	1,30	1,53	1,67	1,9	–
	9	0,40	0,60	0,80	1,00	1,28	1,42	1,6	1,80	2,16
	10	0,38	0,55	0,75	0,94	1,06	1,32	1,73	1,95	2,0
12	5	0,67	1,00	1,33	1,67	2,00	2,33	–	–	–
	6	0,61	0,91	1,21	1,51	1,82	2,12	–	–	–
	8	0,49	0,73	0,95	1,22	1,46	1,70	1,92	2,17	–
	9	0,42	0,68	0,86	1,1	1,3	1,55	1,72	1,84	–
	10	0,38	0,60	0,72	0,98	1,1	1,45	1,67	1,78	–
16	5	0,80	1,20	1,60	2,00	2,40	2,80			
	6	0,71	1,07	1,43	1,85	2,14	2,50			
	8	0,57	0,83	1,14	1,43	1,71	2,00			
	9	0,50	0,78	1,00	1,30	1,53	1,78	1,20	1,34	1,50
	10	0,41	0,52	0,86	1,10	1,33	1,53	2,00	2,24	2,40
20	5	1,00	1,5	2,00	2,50	3,00	3,50	–	–	–
	6	0,83	1,25	1,67	2,08	2,50	2,92	–	–	–
	8	0,71	1,07	1,43	1,78	2,14	2,50	–	–	–
	9	0,68	0,99	1,38	1,63	1,99	2,31	–	–	–
	10	0,62	0,92	1,30	1,57	1,90	2,20	–	–	–

Таблица 2

Перспективный класс комбайнов и валковых жаток для зон Сибири

Зона	Комбайны, кг/с	Жатки реверсивные или обычные с левым и правым выгрузными окнами
Степь, южная лесостепь	6–7	6, 10
Лесостепь	8–9	6, 10
Тайга-подтайга	5–6	5, 6

Для обеспечения рациональной загрузки комбайнов в степной, лесостепной и подтаежной зонах Сибири необходимо иметь:

– зерноуборочные комбайны класса 6, 7, 8 и 9 кг/с;

– валковые жатки реверсивные или с левым и правым выгрузными окнами шириной захвата 6 и 10 м;

– жатки-хедеры для уборки зерновых культур напрямую в зависимости от зоны должны иметь ширину захвата 5, 6, 7, 8, 9 и 10 м.

Нижнему порогу эффективного использования высокопроизводительных комбайнов ведущих зарубежных фирм при нулевых убытках со-

ответствует в условиях Сибири урожайность зерновых культур не менее 35–40 ц/га.

Основными факторами, определяющими фактическую производительность комбайна и реализуемость его паспортной производительности, являются: урожайность зерна и соломы; уборочное состояние урожая зерновых культур по влажности, засоренности, полеглости и т.п.; скорость движения комбайна; ширина захвата хедеров или валковых жаток; размеры полей и их конфигурация; способ уборки незерновой части урожая; техническая и технологическая надежность; транспортное обеспечение; организация послеуборочной обработки зерна; состояние инженерной службы хозяйства; квалификация механизатора

торских кадров; организация уборочных работ. С учетом разнообразия природно-климатических условий отдельных зон Сибири при уборке зерновых каждый из этих факторов в конкретных условиях может снижать эффективность использования комбайнов любого класса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ динамики урожайности зерновых культур за 2000–2010 гг. в основных зерноуборочных регионах СФО (рис. 1) показывает, что средняя урожайность зерновых по регионам варьирует в пределах 12,3–17,1 ц/га. Наименьшая урожай-

ность в Алтайском крае. Чтобы зерноуборочный комбайн любой пропускной способности работал эффективно, необходимо обеспечить условия для реализации его потенциальных возможностей, т.е. его паспортной пропускной способности, за счет соответствующего шлейфа хедеров или валковых жаток, имеющих соответствующую ширину захвата, а также допустимой скорости движения комбайна.

На рис. 2 показаны для примера зависимости изменения степени загрузки комбайна пропускной способностью $q = 8$ кг/с при работе с жатками различной ширины захвата на обмолоте зерновых культур урожайностью от 5 до 40 ц/га при средней скорости движения комбайна 7,5–8 км/ч.

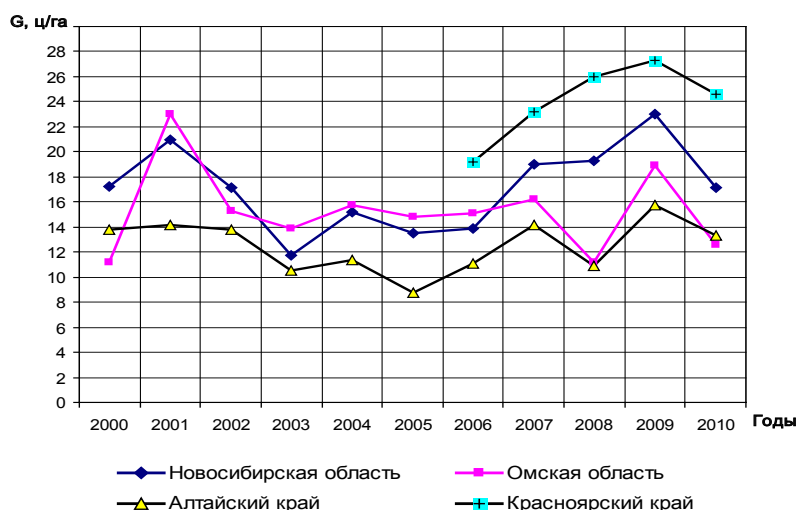


Рис. 1. Гистограмма распределения урожайности зерновых за 2006–2010 гг. в регионах СФО

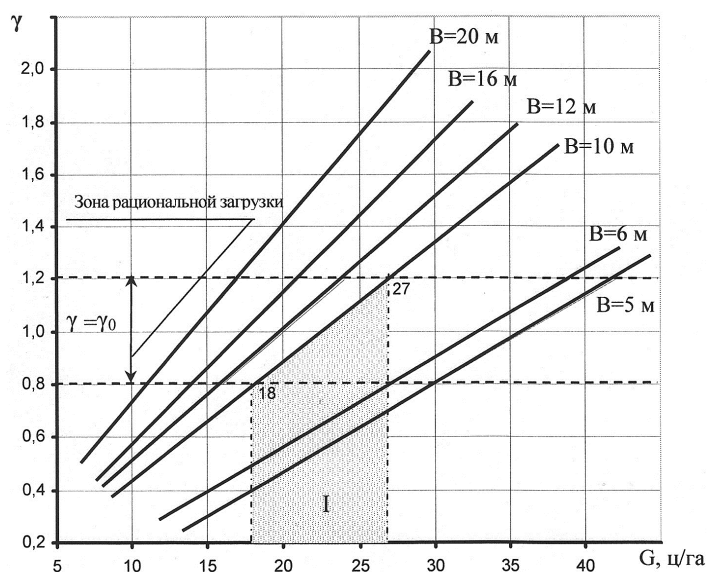


Рис. 2. Степень загрузки (γ) комбайна, $q_0 = 8$ кг/с при изменении урожайности зерновых:

G – урожайность зерновых, ц/га; B – ширина захвата, м; γ_0 – степень загрузки комбайна при подаче хлебной массы q кг/с, равной паспортной пропускной способности q_0 ; I – рациональная урожайность для комбайна при ширине захвата жатки 10 м при $\gamma = \gamma_{0 \pm 0,2}$

При степени загрузки молотилки комбайна $\gamma = \gamma_0 = 1$ фактическая подача хлебной массы будет равна паспортной пропускной способности, при которой потери зерна за молотилкой не будут превышать 1,5%, предусмотренных агротехническими требованиями.

В реальных условиях мы рекомендуем возможность работы комбайна при его рациональной загрузке в пределах степени загрузки $\gamma \pm 0,2$. На рис.

2 заштрихована зона I, при которой определяется рациональная урожайность в пределах 18–27 ц/га для комбайна класса 8 кг/с с жаткой шириной захвата 10 м. По аналогичной методике определена урожайность зерновых для рациональной загрузки комбайнов от 5 до 10 кг/с при работе с жатками-хедерами, имеющими ширину захвата от 5 до 20 м или валок, скошенный валковыми жатками с площади шириной от 5 до 20 м (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность зерновых для рациональной загрузки комбайна

Ширина захвата жаток, м	Пропускная способность комбайна											
	5 кг/с		6 кг/с		7 кг/с		8 кг/с		9 кг/с		10 кг/с	
	Урожайность зерновых культур (min, max)											
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
5	22	29	24	34	26	37	30	42	34	44	37	50
6	19	27	22	33	25	35	27	39	31	42	34	46
7	17	25	20	30	23	34	25	36	27	38	28	41
8	16	22	18	26	20	30	23	33	25	34	26	37
9	14	21	17	25	18	27	20	31	24	22	24	34
10	13	20	15	23	16	25	18	27	20	30	22	32
12	12	18	13	20	15	22	16	24	18	27	20	28
16	10	15	11	17	12	19	14	21	16	24	18	27
20	8	12	9	14	10	16	11	17	13	21	14	25

На основании выявленных закономерностей изменения производительности комбайнов на обмолоте зерновых в зависимости от урожайности, класса комбайнов и ширины захвата жатки определен типаж комбайнов, валковых жаток, хедеров для отдельных зон Сибири с учетом перспективной урожайности и ее вариации в пределах 30–40% [2, 3].

Появившиеся на рынке очесывающие жатки фирмы Shelbourne GYS шириной захвата от 4,8 до 9,6 м, навешиваемые на комбайны зарубежных фирм, а также однороторная очесывающая жатка «Сибирь», разработанная ОАО «САД», позволяют значительно увеличить производительность комбайнов классов 3–4, пропускной способностью 5–8 кг/с, особенно в степной и южно-степной зонах. В отличие от традиционных, очесывающие жатки оставляют пожнивной остаток соломы, которая защищает почву от испарения после уборки и способствует задержанию снежного покрова. Кроме того, эти жатки качественно убирают зерновые культуры любой степени полеглости.

Объективная, достоверная и полная информация о состоянии рынка новой техники находится вне рамок рыночного саморегулирования.

В настоящее время МИС являются единственными независимыми источниками инфор-

мации Минсельхоза России о качестве материально-технических ресурсов для АПК. Они должны производить испытания новых технологий, отечественной и зарубежной техники на соответствие зональным условиям применения.

Считаем, что зарубежная и отечественная сельскохозяйственная техника обязательно должна проходить все виды испытаний, предусмотренные в России. Сегодня ситуация практически неуправляемая. Каждый из операторов рынка играет не по определенным, общим для всех правилам, а по своим, на данный момент удобным для него понятиям, за которыми – его выгода.

ВЫВОДЫ

1. При определении экономической эффективности зерноуборочной техники следует учитывать стоимость сезонных и механических потерь зерна при уборке.
2. В степной зоне Сибири при урожайности 30 ц/га и более имеется возможность повысить производительность на обмолоте и снизить потребность в уборочной технике в 1,5–2 раза за счет применения широкозахватных валковых реверсивных жаток шириной захвата 10 м и комбайнов класса 10–12 кг/с;

3. В лесостепной зоне аналогичных результатов можно достичь при уборке зерновых уро- жайностью до 25–27 ц/га с использованием комбайнов пропускной способностью 12 кг/с и жаток шириной захвата 12 м или реверсив- ных – 6 м.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Чепурин Г.Е.* Технологическое обеспечение комбайновой уборки зерновых.– М.: Россельхозиздат, 1987.
2. *Развитие* регионального машиностроения в Сибирском федеральном округе // Состояние и раз- витие сельхозмашиностроения / ФГНУ Росинформагротех.– М., 2010.
3. *Чепурин Г.Е., Иванов Н.М. и др.* Уборка и послеуборочная обработка зерновых культур в экстре- мальных условиях Сибири / ФГНУ Росинформагротех.– М., 2011.

THE CHARACTER OF GRAIN HARVESTING MACHINERY FOR GRAIN CROPS HARVESTING IN SIBERIA

G. E. Chepurin, Yu. N. Blynsky

Key words: machinery character, level of harvester thresher loading, grain mass delivery

The technique to justify the character of machines is presented as well as technologies and machinery recommended for grain crops harvesting are provided.