

Г.Э. НАСТИНОВА

**БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ
КУЛЬТУРЫ РИСА
В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ**



Г.Э. НАСТИНОВА



**БИОЛОГИЯ
И ЭКОЛОГИЯ
КУЛЬТУРЫ РИСА
В НИЖНЕМ
ПОВОЛЖЬЕ**

Элиста-2007

G. E. NASTINOVA

**RICE CULTURE
BIOLOGY
AND ECOLOGY
IN THE LOW VOLGA
AREA**



Elista-2007

УДК 612 (470.46)
ББКП 22-3(2 Рос. Калм)
Н 321

Рецензенты: – Н. П. Чижикова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Почвенного института имени В.В. Докучаева РАСХН
С. Б. Адьяев, кандидат сельскохозяйственных наук, директор Калмыцкого филиала ГНУ ВНИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н.Костякова РАСХН
Н. Н. Дрей, начальник Управления отраслевого развития АПК Министерства сельского хозяйства и продовольствия РК

Настинова Г. Э.

Н 321 Биология и экология культуры риса в Нижнем Поволжье. – Элиста: ЗАОР “НПП “Джангар”, 2007. – 224 с.: ил.

В монографии изложен фактический материал многолетних исследований автора и обобщены результаты работ научно-исследовательских учреждений. В книге освещено современное состояние рисосеяния в России и за рубежом. Дана комплексная оценка природно-ресурсного потенциала наиболее крупной зоны рисосеяния в Нижнем Поволжье – Сарпинской низменности. Особое внимание уделено вопросам дыхания проростков риса в связи с его гигрофитной природой. Рассматриваются особенности роста, развития, минерального питания, продуктивности и качества зерна риса. Проведена детальная оценка требований риса к экологическим факторам. Анализ экспериментальных и теоретических данных позволил автору обосновать ресурсосберегающие технологии и приемы возделывания риса. Специальная глава посвящена агромониторингу – эффективной эксплуатации и управлению продукционным процессом агроценозов риса на основе оперативного анализа показателей почв и растений в динамике. Разбираемые в монографии вопросы тесно связаны с практикой сельского хозяйства.

Издание предназначено для специалистов сельского хозяйства, а также биологов и экологов. Может быть использовано как учебное пособие студентами биологических и аграрных специальностей.

УДК 612 (470.46)
 ББК П 22-3(2 Рос. Калм)
 Н 321

Reviewers: N. P. Chizikova, Doctor of Agricultural Sciences, professor Soil Institute V.V. Dokuchaev by name, Russian Academy of Agricultural Sciences
 S. B. Adjayev, the Candidate of Agricultural Sciences, the Head of the Kalmyk branch of State Scientific Fustitution of Hydrotechnology and Melioration A. N. Kostjakov by name, Russian Academy of Agricultural Sciences
 N. N. Drey, the Head of the Management of Brand Development of agroproduction Complex

G.E. Nastinova

Н 321 Rice culture biology and ecology in the Low Volga area. – Elista: “Djanger” Publishing House, 2007. – 224 p.

Data material of the author is research for many years has been described in the monograph as well as the results of research institutions work were summarized. Modern condition of rice growing in Russia and abroad has been described in the book. Natural and resources potential complex evaluation of the largest rice growing zone in the Low Volga area, in Sarpinskaya lowland is given here. Special attention has been paid to the problems of rice seedlings respiration in connection with its hygrophyte nature. The peculiarities of the growth, development, mineral nutrition, productivity and rice seeds quality. Detail evaluation of rice requirements to the ecological factors has been carried out. Experimental and theoretical data analysis allowed the author to found resources-saving technology and methods of rice growing. Special chapter is devoted to agromonitoring, that is effective exploitation and rice agrocenosis production process management on the base of the fast soil and plants indices analysis in dynamics. The problems in the monograph are closely connected with agricultural practice.

The edition is supposed for agricultural specialists and also biologists and ecologists. It can be used as text book by the students of biological and agricultural departments.



СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
Список используемых сокращений	13
Глава 1. История и современное состояние рисоводства	14
1.1. Краткая история культуры риса	14
1.2. Мировое производство риса	19
1.3. Природные условия зоны рисосеяния в России	27
1.4. Состояние рисоводства в России и перспективы его развития в 21 веке	29
1.5. Рисоводство в Нижнем Поволжье	37
Глава 2. Природные условия Сарпинской низменности в пределах Нижнего Поволжья	42
2.1. Географическое положение и рельеф	43
2.2. Климатические условия	45
2.3. Гидрография и режим стока	53
2.4. Геологическое строение и почвообразующие породы	53
2.5. Почвенный покров	54
2.6. Гидрогеологические условия и режим грунтовых вод	62
Глава 3. Биологические особенности риса	66
3.1. Объекты и методы исследования	66
3.2. Краткая ботаническая характеристика риса	69
3.3. Общая характеристика сортов риса, районированных в Калмыкии	72
3.4. Особенности роста и развития риса	75
3.5. Дыхательный метаболизм проростков риса	79
3.6. Физиологические основы азотного обмена риса	90
3.7. Физиологическая оценка отзывчивости сортов риса на минеральные удобрения	96
Глава 4. Экология культуры риса	110
4.1. Требования риса к свету	110
4.2. Требования риса к температуре воздуха	112
4.3. Требования риса к температуре воды	116
4.4. Оценка термических условий вегетации риса	118
4.5. Солеустойчивость риса	127
4.6. Водный режим культуры риса	137
Глава 5. Качество зерна риса	148
5.1. Биологическая ценность зерна и крупы риса	148
5.2. Биохимические основы получения зерна высокого качества	160
Глава 6. Программирование урожая и мониторинг агроценозов риса	168
6.1. Показатели и факторы программирования урожая	168
6.2. Основы спектроскопии ближней инфракрасной области	176
6.3. Использование ИК-спектроскопии в количественном анализе сельскохозяйственных культур	180
6.4. Использование ИК-спектроскопии для анализа почвенных образцов	184
6.5. Система мониторинга агроценозов риса и качества продукции	186
Заключение	190
Литература	195
Приложения	217

CONTENT



Introduction	9
The list of abbreviations	13
Chapter 1. THE HISTORY OF RICE SOWING AND MODERN STATE	14
1.1. Short history of rice crop	14
1.2. World rice production	19
1.3. Natural conditions of rice sowing in Russia	27
1.4. Rice sowing state in Russia and its development perspectives	29
1.5. Rice sowing in Low Volga area	37
Chapter 2. NATURAL CONDITIONS OF SARPINSKAYA LOWLAND	42
2.1. Geographical position and relief	43
2.2. Climatic conditions	45
2.3. Hydrography and flow regime	53
2.4. Geological structure and soil-forming layers	53
2.5. Soil cover	54
2.6. Hydrogeological conditions and ground waters regime	62
Chapter 3. BIOLOGICAL PECULIARITIES OF RICE	66
3.1. Object and research methods	66
3.2. Short botanical rice characteristics	69
3.3. General rice sorts characteristics, acclimatized in Kalmykia	72
3.4. The peculiarities of rice growth and development	75
3.5. Respiration metabolism in rice germinations	79
3.6. Physiological foundations of nitrogen exchange in rice	90
3.7. Physiological response appreciations of rice sort	96
Chapter 4. RICE GROUPE ECOLOGY	110
4.1. Light requirements of rice	110
4.2. Air temperature requirements of rice	112
4.3. Water temperature requirements of rice	116
4.4. Thermal conditions appreciation in rice vegetation	118
4.5. Salt resistibility of rice group	127
4.6. Water regime of rice group	137
Chapter 5. RICE SEED QUALITY	148
5.1. Biological value of rice seed	148
5.2. Biochemical foundation of high quality	160
Chapter 6. HARVEST PROGRAMMING AND RICE AGROCENOSIS MONITORING	168
6.1. Indices and factors of harvest programming	168
6.2. The foundations of the nearest infra-red area spectroscopy	176
6.3. The use of infra-red spectroscopy in quantitative analysis of agricultural groups	180
6.4. The use of infra-red spectroscopy for soil patterns analysis	184
6.5. Monitoring system of rice agrocenosis and the production quality	186
Conclusion	190
References	195
Appendix	217

*Дорогим родителям
Эрдни Бадминовичу
и Розе Лиджановне Настиновым
с любовью и благодарностью посвящаю*

Автор

ВВЕДЕНИЕ



Рис – один из наиболее ценных пищевых злаков, выращиваемых на всех континентах. В мировом земледелии рис занимает первое место по урожайности и валовым сборам и второе (после пшеницы) – по площади посевов.

Средняя урожайность риса в мире превосходит урожайность всех пищевых злаков. Наиболее высокие урожаи риса получают в Европе, США, Австралии и средиземноморских странах, где устойчивый урожай на протяжении более чем 40 лет составляет свыше 5,0 т/га [321].

Большие достижения японской науки и практики в области рисосеяния признаны во всем мире [29, 223, 295, 305 и др.].

16 декабря 2002 года Генеральная Ассамблея ООН, отметив, что рис является основным продуктом питания для более чем половины населения мира, постановила провозгласить 2004 год Международным годом риса. При этом Ассамблея подтвердила необходимость повышения осведомленности о роли риса в ослаблении остроты проблемы нищеты и недоедания. Она вновь подтвердила необходимость сосредоточения мирового внимания на той роли, которую рис может играть в достижении согласованных на международном уровне целей в области развития.

Для развития рисосеяния в России имеются большие возможности. Отечественная наука о рисе, ставшая теоретической основой практики рисоводства в различных регионах бывшего Союза развивалась благодаря работам Е.П. Алешина [4–22], П.А. Витте [52], Г.Г. Гущина [64], П.С. Ерыгина [85–89], В.Б. Зайцева [95], К.С. Кириченко [108], Н.Б. Натальина [169, 170], Б.А. Шумакова [273, 274] и др. Становление этой новой отрасли сельскохозяйственной науки осуществлялось при всесторонней поддержке Президента ВАСХНИЛ академика Н. И. Вавилова.

Обилие света и тепла, мощные водные ресурсы Волги благоприятствуют выращиванию риса в Нижнем Поволжье, расположенном на севере ареала его возделывания.

В Калмыкии рис является довольно новой культурой, начало развития рисосеяния здесь связано с признанием Сарпинской низменности в

60-е годы как наиболее перспективной для развития орошения. Рисосеяние – одна из отраслей орошаемого растениеводства, занявшая прочное место в Республике Калмыкия. Несомненно, что она займет еще более важное место, по мере развития многоотраслевого и высокоинтенсивного сельского хозяйства.

Биоклиматический потенциал Сарпинской низменности весьма благоприятен для возделывания культуры риса. Однако трудные мелиоративные условия, отсутствие естественного дренажа, низкое плодородие и засоленность почв уже в самом начале освоения этой территории существенно осложняли возделывание риса [215, 184-187, 270-272].

Освоение новых, более северных районов возделывания риса протекало одновременно с разработкой принципиально новой агротехники. Основой высокой урожайности риса в этих условиях является совершенствование подбора адаптивных сортов риса [153], технологий и приемов [30-34, 155, 163-166].

На первом плане стоит проблема адаптации – соответствия генотипа и среды, сорта и технологии. Именно адаптивное (включающее понятие «интенсивное») рисосеяние может обеспечить максимальный эффект от имеющихся ресурсов.

Адаптация – непрерывный процесс самонастройки и приспособления растения и ценоза к меняющимся условиям среды и технологиям возделывания. Этот процесс совершается в рамках генетической нормы реакции и обеспечивается мобильными системами постоянной и непрерывной перенастройки основных процессов жизнедеятельности организма. Адаптация также поддерживается приемами технологического воздействия на посевы, изменением структуры их видового и сортового состава, размещением по природно-экономическим зонам и экологическим нишам.

Адаптационные процессы риса реализуются через важнейшие функции организма и в первую очередь через процессы роста, развития, дыхания, минерального питания, непосредственно связаны с продуктивностью, урожайностью и качеством.

Технология и сорт взаимосвязаны. От первой требуется раскрыть потенциал продуктивности сорта и компенсировать те негативные свойства, которые по каким либо причинам не устранены в ходе селекции. Сорт же должен быть технологичным, а его генотип обеспечивать достаточную степень надежности и защищенности от неблагоприятного воздействия биотических и абиотических факторов среды. Вместе технология и сорт определяют необходимый уровень продуктивности, экономическую и энергетическую эффективность рисосеяния.

В соответствии с этими задачами, основная цель нашей работы сводилась к изучению особенностей биологии сортов риса, оценке требований к экологическим факторам и выявлению структурно-функциональных отношений, складывающихся при благоприятных условиях, которые делают возможным наиболее полную реализацию их адаптивного потенциала и продуктивного оптимума в специфических почвенно-климатических условиях.

Ввиду ограниченного объема монографии в ней рассмотрены не все возможные аспекты биологии и экологии риса, а лишь те, которые нашли отражение в экспериментальных работах автора.

В основу теоретических предпосылок нашей работы положены представления:

- 1) об уровне адаптивности риса к дефициту кислорода в связи с его гигрофитной природой;
- 2) о принципиальной возможности регуляции уровнем минерального питания структурно-функционального состояния ценозов риса, обеспечивающих их высокую продуктивность;
- 3) об экологической индивидуальности сортов риса, об их фактических и потенциальных оптимумах толерантности к температуре, засолению;
- 4) о высокой информативности оперативного контроля компонентов агроэкосистем в практике программирования урожая.

Все разбираемые в монографии вопросы тесно связаны с практикой сельского хозяйства.

Теоретические положения работы могут быть полезны при решении практических вопросов рисосеяния (вопросы выбора режимов орошения, минерального питания, повышения продуктивности, качества продукции и др.) не только в условиях Сарпинской низменности, но и сопредельных территорий со сходными почвенно-климатическими условиями зон рисосеяния.

Экспериментальная работа выполнялась в лабораториях кафедры физиологии и биохимии растений Санкт-Петербургского университета, кафедры ботаники и физиологии растений Калмыцкого госуниверситета и в полевых условиях на базе КОМС в Сарпинской низменности.

В книге вместе с фактическим материалом автора обобщены литературные сведения и результаты работ научно-исследовательских учреждений по названной теме. Я хотела бы высказать искреннюю благодарность доктору биологических наук, профессору Санкт-Петербургского государственного университета Т.В. Чирковой, определившей направления моих научных исследований, под руко-

водством которой были выполнены эксперименты по дыхательно-му метаболизму риса.

При работе с экспериментальным полевым и фондовыми материалами большую помощь оказали кандидаты сельскохозяйственных наук К. Е. Ковалев и В. К. Багненко. Автор сердечно благодарит их за творческую помощь и поддержку.

Большую благодарность автор выражает рецензентам: проф. Н. П. Чижиковой, С. Б. Адьяеву и Н. Н. Дрею, замечания и предложения которых помогли улучшить содержание книги.

СПИСОК

используемых сокращений



АДГ	алкогольдегидрогеназа
АДФ	аденозиндифосфат
АТФ	аденозинтрифосфат
БИК	ближняя инфракрасная спектроскопия
ВНИИР	Всероссийский научно-исследовательский институт риса
ГМФ	гексозомонофосфатный путь
ГОСТ	государственный стандарт
ГУП	государственное унитарное предприятие
ГТК	гидротермический коэффициент
ДТК	ди- и трикарбоновые кислоты
ИКС	инфракрасная спектроскопия
КОМС	Калмыцкая опытно-мелиоративная станция
Ку	коэффициент увлажнения
ЛДГ	лактатдегидрогеназа
МС	метеостанция
НАД	никотинамидадениндинуклеотид (окисленный)
НАДН	никотинамидадениндинуклеотид (восстановленный)
НАДФ	никотинамидадениндинуклеотидфосфат (окисленный)
НАДФН	никотинамидадениндинуклеотидфосфат (восстановленный)
НВ	наименьшая влагоемкость
НР	нитратредуктаза
ПВ	полевая влагоемкость
УГВ	уровень грунтовых вод
ФАР	фотосинтетически активная радиация



ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РИСОВОДСТВА

1.1. Краткая история культуры риса

Человечество в ходе своей многовековой истории ввело в культуру свыше тысячи видов сельскохозяйственных растений, которые призваны удовлетворить различные его потребности [45]. Среди огромного разнообразия сельскохозяйственных культур наиболее ценными пищевыми растениями являются пшеница и рис.

По мнению академика Н. И. Вавилова [46] второй по значению и географическому порядку очаг происхождения многих культурных растений – Индийский дал миру рис – *Oryza sativa* L., главную продовольственную культуру в тропической зоне с муссонным климатом. В переводе с санскрита «рис» означает – «основа питания человека».

Академик П.М.Жуковский [94] подтверждает, что родина основного вида культурного риса *O. sativa* L. – тропические страны Юго-Восточной Азии. В то же время он отмечает, что для другого возделываемого вида – *O. glaberrima* Steud. таким центром вхождения в культуру является тропическая Африка.

История культуры риса уходит в далекое прошлое и связывается с самым ранним развитием человечества. Точно определить время вхождения риса в культуру из-за отсутствия документальных исторических данных не представляется возможным. Тем не менее, имеющиеся сведения позволяют считать рис одной из древнейших сельскохозяйственных культур, которая играла очень важную роль в жизни и историческом развитии миллионов людей [77, 78].

Рис в Азии

Повсеместно распространенный культурный вид *Oryza sativa* L. – рис посевной – происходит из Юго-Восточной Азии и имеет очень древнюю историю. До середины XX века считалось, что культура риса возникла в Азии во 2-м тысячелетии до н.э. Однако раскопки в



Таиланде дали неожиданные и ошеломляющие результаты. Были найдены следы древней цивилизации, которая возделывала рис за 7 тыс. лет до н.э. [94].

Более 5 тысяч лет до н.э. население Южного Китая впервые начало выращивать окультуренный рис, выведенный методом отбора из дикорастущих разновидностей риса [77]. Этот окультуренный рис является прародителем всех посевов риса на нашей планете. В последующие века рис как сельскохозяйственная культура был завезен в Южные районы Европы [78].

Появление риса в Индии относят ко 2-му тысячелетию до н.э. Отсюда рис распространился на восток в Японию и на Запад в Персию и Месопотамию.

Однако процесс распространения риса в Азии был довольно медленным. Лишь к 500 г. до н.э. рисовые поля можно было увидеть на значительной части Индокитая, Индонезии и Малайзии. О рисе упоминается в древних рукописях этих стран.

Продвигаясь дальше на север, рис легко адаптировался к более жестким погодным условиям: если в Южной Азии рис требовал много воды и тепло круглый год, то в центральном Китае, Корее и Японии прижились сорта, которые переносили и ночной холод, и относительно небольшое количество воды.

Менялись и другие характеристики риса, например, в Корее и Японии особенно хорошо рос круглозерный рис, слипающийся при варке, а у подножия Гималаев в индийской провинции Пенджаб и Пакистане – ароматный длиннозерный «басмати».

За первое тысячелетие нашей эры рис покорила не только территории Среднего Востока и стал признанным фаворитом, потеснив просо и пшеницу, но также нашел путь в сердца народов Азии, став неотъемлемой частью их культуры [43].

Рис в Европе

Александр Македонский, возможно, был первым европейцем, попробовавшим рис во время своего похода в Азию. И греки, и римляне еще в конце третьего века до н.э. знали о существовании риса, но не придавали ему большого значения. Его отменный вкус и питательные свойства применялись лишь в медицине, где рис прописывали старикам и больным.

Прошло около полутора тысяч лет, прежде чем рис стал популярен в Европе [62, 64, 94].