

А.А. Жученко

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ
ГЕНЕТИКА
КУЛЬТУРНЫХ
РАСТЕНИЙ
И ПРОБЛЕМЫ
АГРОСФЕРЫ
(ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА)

I

МОСКВА 2004

А.А. ЖУЧЕНКО

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕНЕТИКА
КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ
И ПРОБЛЕМЫ АГРОСФЕРЫ**

(ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА)

ББК 40.1 + 41.3
Ж 94

УДК 504.064 + 631.527:575.8

Жученко А.А.

Ж 94 Экологическая генетика культурных растений и проблемы агроферы (теория и практика): Монография. В двух томах. – М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. Том I. – 690 с.: ил.

ISBN 5-9900364-1-8

Экологическая генетика культурных растений рассматривается как самостоятельная научная дисциплина, изучающая генетическую природу адаптивных реакций на разных уровнях организации живых систем. Предмет исследований, методология и логика развития экологической генетики культурных растений базируются на представлениях об «адаптивном потенциале» и «генетической системе» вида как иерархической структуре генетических программ онтогенетической и филогенетической адаптации (F- и R-систем), функционирование, взаимосвязь и адаптиогенез которых обусловлены особенностями их генетической природы, а также зависимостью от факторов внешней среды. Дискретно-системный подход к анализу «адаптивного потенциала» и «генетической системы» позволяет не только целенаправленно анализировать громадное число уже известных данных о генетической природе адаптивных реакций культурных растений, но и получать качественно новую информацию об управлении ими на индивидуальном, популяционном, видовом, агроэкосистемном, агроландшафтном и биосферном уровнях.

В отличие от книги «Экологическая генетика культурных растений: адаптация, рекомбиногенез, агробиогенез» (Кишинев: Штинница, 1980), в предлагаемой читателю монографии, хотя и в конспективном виде, рассмотрены новые данные, опубликованные автором и другими исследователями за 1980–2003 гг.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов, работающих в области селекции и семеноводства, конструирования агроэкосистем и агроландшафтов, управления динамикой численности популяций полезной и вредной фауны и флоры, биологизации и экологизации интенсификационных процессов, перехода к стратегии адаптивного развития сельского хозяйства.

Ecological genetics of cultural plants is considered as an independent scientific discipline studying the genetic nature of adaptive reactions at different levels of the living systems organization. The subject of researches, methodology and logic of ecological genetics development are based on representation the species «adaptive potential» and «genetic system» as hierarchical structure of genetic programs on ontogenetic and phylogenetic adaptation (F- and R-systems) which functioning, interrelation and adaptiogenesis are caused by features of their genetic nature as well as the dependence on the environmental factors. The discrete-system approach to «adaptive potential» analysis allows not only to purposefully analyze enormous number of already known data on the genetic nature of adaptive reactions, but also to receive qualitatively new information on their management on the individual, population, species, agroecosystem, agrolandscape and biosphere organizational levels.

As against the monography named «Ecological genetics of cultural plants (adaptation, recombino-genesis, agrobiocenosis)» issued in 1980, in this book offered to the reader, though and in a concise kind, the data published by the author for the period of 1980-2003 are submitted.

This book is intended for the wide range of specialists and experts engaged in the field of selection and seed-growing, agrosystem and agrolandscape construction, management of dynamics in the number of populations of useful and harmful fauna and flora, biologization and ecologization of intensification processes, transition to strategy for adaptive development of agriculture.

ISBN 5-9900364-1-8

ББК 40.1 + 41.3

© А.А. Жученко, 2004

© ООО «Издательство Агрорус», 2004

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТОМ I	
ВВЕДЕНИЕ.....	21
1. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕНЕТИКА КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ НАУЧНАЯ ДИСЦИПЛИНА.....	28
1.1. К истории развития.....	31
1.2. Предмет и цели исследований.....	33
1.3. Методология и методы.....	38
Заключение.....	46
2. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПРИРОДА АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ.....	49
2.1. Адаптивный потенциал культурных растений как функция взаимосвязи генетических программ онтогенетической и филогенетической адаптации.....	49
2.1.1. Адаптивный потенциал культурных растений (понятия, термины, классификация).....	49
2.1.2. Краткий обзор истории развития взглядов на двойственную природу «генетической системы».....	63
2.1.3. Роль структурно-системного анализа адаптивного потенциала растений.....	67
2.1.4. Особенности адаптивного потенциала цветковых растений.....	72
2.2. Эколого-генетические основы формирования адаптивного потенциала культурных растений.....	80
2.2.1. Специфика адаптивных реакций и структур культурных растений... ..	80
2.2.2. Иерархическая структура интегрированности адаптивных реакций растений.....	87
2.2.3. Коадаптированные системы генов онтогенетической адаптации.....	88
2.2.4. Отбор и адаптация растений.....	90
2.2.5. Роль рекомбинационной изменчивости растений.....	95
2.2.6. Влияние факторов внешней среды на рекомбинационную систему.....	99
2.2.7. Эколого-филогенетический адаптациогенез рекомбинационной системы (эволюция факторов эволюции).....	101
2.2.8. Эффекты интегрированности адаптивных реакций.....	102
2.2.9. Особенности эволюционной стратегии растений.....	106
2.3. Потенциал онтогенетической адаптации культурных растений....	108
2.3.1. Основные особенности онтогенетической адаптации культурных растений.....	108
2.3.2. Роль экологической устойчивости растений.....	115
2.3.3. Средаобразующие свойства растений.....	124
2.3.4. Механизмы онтогенетической адаптации культурных растений....	135
2.3.5. Физиологическая и биохимическая адаптация.....	141
2.3.6. Морфоанатомическая адаптация растений и ее генетический контроль.....	146

2.3.7. Генетическая природа основных адаптивных реакций растений в онтогенезе.....	154
2.3.7.1. Особенности структуры и функций генома растений.....	155
2.3.7.2. Генетический контроль адаптивных реакций растений.....	163
2.3.8. Биоэнергетические основы онтогенетической адаптации культурных растений.....	174
2.4. Потенциал филогенетической адаптации растений.....	182
2.4.1. Структура генетической программы филогенетической адаптации.....	182
2.4.2. Источники, механизмы и пределы генотипической изменчивости растений.....	185
2.4.3. Мутации.....	191
2.4.4. Рекомбинации.....	194
2.4.5. Мобильные последовательности ДНК.....	199
2.4.6. Системы репарации.....	203
2.4.7. Системы полового размножения.....	207
2.5. Интегративная природа адаптивного потенциала растений.....	223
2.5.1. Роль структурно-системного анализа адаптивного потенциала цветковых растений.....	223
2.5.2. Взаимосвязь генетических программ онтогенетической и филогенетической адаптации.....	229
2.5.3. Механизмы взаимосвязи генетических компонентов адаптивного потенциала растений.....	239
2.6. Интегративные эффекты взаимосвязи генетических программ онтогенетической и филогенетической адаптации (на примере полиплоидных растений).....	249
2.6.1. Типы изменчивости полиплоидных растений.....	249
2.6.2. Потенциал онтогенетической адаптации полиплоидных растений.....	253
2.6.3. Особенности филогенетической адаптации полиплоидных растений.....	256
2.6.4. Связь между полиплоидией и апомиксисом (партеногенезом).....	258
2.6.5. Эффекты взаимодействия генетических систем.....	259
2.6.6. Роль полиплоидии в окультуривании растений.....	260
2.6.7. Возможности использования полиплоидии и гаплоидии в селекции.....	261
Заключение.....	271
3. РОЛЬ МЕЙОТИЧЕСКОЙ РЕКОМБИНАЦИИ В ЭВОЛЮЦИИ И СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ.....	281
3.1. Рекомбинация – основной источник доступной отбору генотипической изменчивости у высших растений.....	281
3.2. Механизмы и генетический контроль рекомбинации.....	288
3.2.1. Мейотическая и митотическая рекомбинация.....	288
3.2.2. Эволюция мейоза.....	292
3.2.3. Синаптонемный комплекс (СК).....	295
3.2.4. Генетический контроль частоты и распределения кроссоверных обменов.....	297
3.2.5. Регуляция конъюгации хромосом.....	299

3.2.6. Межхромосомное влияние перестроек.....	300
3.2.7. Влияние добавочных хромосом (В-хромосом), размера генома, полиплоидии, анеуплоидии и мобильных элементов.....	301
3.2.8. Различия по частоте кроссинговера в зависимости от пола, возраста и конкурентоспособности гетерозигот.....	302
3.2.9. Рекомбинационные эффекты мейотических мутаций.....	305
3.3. Эколого-филогенетическая модель функционирования рекомбинационной системы.....	306
3.3.1. Концепция двойственного («грубого» и «тонкого») генетического контроля рекомбинации.....	306
3.3.2. Об избирательности отношений в системе «растение – среда».....	308
3.3.3. Зависимость характера функционирования рекомбинационной системы от факторов внешней среды.....	311
3.3.4. Влияние онтогенетической приспособленности гетерозигот и гетерогенных популяций на частоту и спектр рекомбинаций.....	315
3.3.5. Эколого-генетическая регуляция рекомбинационной изменчивости.....	316
3.3.6. Эколого-филогенетический адаптациогенез рекомбинационной системы.....	319
3.3.7. Эффективность искусственного отбора <i>rec</i> -системы.....	320
3.3.8. Механизмы эколого-филогенетического адаптациогенеза <i>rec</i> -систем.....	323
3.3.9. Эволюционная и онтогенетическая «память» программы регуляции рекомбинационной изменчивости.....	325
3.3.10. Роль эволюции генетических систем преобразования генетической информации.....	327
3.4. Основные закономерности мейотической рекомбинации.....	328
3.4.1. Сравнительная оценка роли мутаций и рекомбинаций в адаптации растений.....	328
3.4.2. Изменчивость частоты и распределения кроссоверных обменов...	331
3.4.3. Сцепление и коадаптация генетического материала.....	331
3.4.4. Характер распределения кроссоверных обменов по длине хромосомы и геному.....	334
3.4.5. Неслучайность доступной отбору генотипической изменчивости...	336
3.5. Роль потенциальной, свободной и доступной отбору генетической изменчивости в эволюции и селекции.....	338
3.5.1. Проблема доступной отбору адаптивно и хозяйственно значимой генотипической изменчивости.....	339
3.5.2. Факторы, ограничивающие уровень и спектр доступной отбору генотипической изменчивости.....	342
3.5.3. Механизмы сбалансированной реализации потенциала генотипической изменчивости.....	343
3.5.4. Несовместимость, стерильность и снижение жизнеспособности рекомбинантов.....	344
3.5.5. Элиминация рекомбинантных гамет и зигот.....	348
3.5.6. Рекомбинация и коадаптация – факторы увеличения закономерностей в эволюции высших эукариот.....	350

3.6.	Управление рекомбинационным процессом.....	351
3.6.1.	Общая постановка проблемы.....	351
3.6.2.	Роль генетических систем рекомбинации и размножения в управлении генотипической изменчивостью растений.....	354
3.6.3.	Рекомбинационная изменчивость количественных признаков.....	356
3.6.4.	Индукцированное увеличение изменчивости количественных признаков.....	358
3.6.5.	Индукцирование хромосомных aberrаций.....	358
3.6.6.	Индукцирование мейотического и митотического кроссинговера....	359
3.6.7.	Значение индуцированного рекомбиногенеза в селекции растений.....	361
3.6.8.	Возможности и ограничения межвидовой гибридизации.....	367
	Заключение.....	374
4.	ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА РАСТЕНИЙ...	380
4.1.	Адаптивный потенциал культурных растений и селекция.....	380
4.2.	Адаптивная система селекции растений.....	384
4.2.1.	Уроки «зеленой революции» и адаптивная система селекции растений.....	385
4.2.2.	Эколого-генетические приоритеты адаптивной системы селекции....	393
4.2.3.	Методологические и методические основы адаптивной системы селекции.....	405
4.2.4.	Роль адаптивной системы селекции в биологизации и экологизации интенсификационных процессов в растениеводстве (на примере плодовых и ягодных культур)	422
4.2.5.	Общие принципы формирования адаптивных моделей сорта (гибрида).....	428
4.2.5.1.	Морфофизиологические модели сорта (гибрида).....	438
4.2.5.2.	Региональные модели и «критические» периоды онтогенеза.....	447
4.2.5.3.	Региональная специфичность и интегрированность селекционно-агротехнических программ.....	450
4.2.6.	О сортах с широкой и узкой адаптацией.....	452
4.2.7.	Селекция на сочетание высокой потенциальной продуктивности и экологической устойчивости растений.....	463
4.2.8.	Селекция на качество урожая	474
4.2.9.	Традиционные и новые направления в адаптивной системе селекции.....	483
4.2.10.	Создание новых сортов растений с учетом возможных изменений климата.....	497
4.2.11.	Приоритетные направления адаптивной системы селекции растений в XXI веке	503
4.3.	Проблемы адаптации в селекции, сортоиспытании и семеноводстве в России.....	512
4.3.1.	Взаимосвязь систем селекции, сортоиспытания и семеноводства... ..	512
4.3.2.	Эколого-генетические основы адаптивного семеноводства.....	523
4.3.3.	Эколого-генетические причины «вырождения» сортов.....	532
4.3.4.	Сортовая агротехника.....	540

4.3.5. Сорт и экономика.....	555
4.4. Роль агроэкологической типичности участков селекции, сортоиспытания и семеноводства.....	561
4.4.1. Естественный отбор и агроэкологическая типичность селекционных участков.....	561
4.4.2. «Формирующее» влияние естественного отбора.....	575
4.4.3. Принципы формирования эколого-географической селекционной и сортоиспытательной сети.....	585
4.4.4. Значение и организация эколого-географической селекционной и сортоиспытательной сети.....	595
4.4.5. Пути повышения пространственной и временной репрезентативности оценок адаптивного потенциала сортов и технологий.....	598
4.5. Агроэкологический паспорт сорта, вида, севооборота, агроэкосистемы и агроландшафта.....	604
4.6. Особенности реализации адаптивной системы селекции и семеноводства в России.....	618
Заключение.....	633
5. РОЛЬ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ В АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЕ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ (МИФЫ И РЕАЛИИ)...	645
5.1. Возможности и достижения генетической инженерии.....	647
5.2. Сочетание методов адаптивной системы селекции и генетической инженерии растений.....	650
5.3. Ограничения и опасности генетической инженерии.....	657
5.4. Трансгенез и эволюция.....	669
5.5. Эволюционные подходы в селекции и генетической инженерии....	674
5.6. Трансгенез и естественный отбор.....	680
5.7. Эколого-генетические основы селекции на устойчивость растений к вредным видам.....	682
5.8. Трансгенез и законодательство.....	684
Заключение.....	686
 ТОМ II	
6. АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.....	703
6.1. Эколого-генетические основы управления адаптивным потенциалом растений.....	706
6.2. Методология адаптивного природопользования и экологическая генетика культурных растений.....	720
6.3. Мировые растительные ресурсы и их использование в сельском хозяйстве.....	722
6.3.1. Роль мобилизации растительных ресурсов.....	725
6.3.2. Потенциал мировых растительных ресурсов и возможности его использования.....	732
6.3.3. Эколого-генетические основы мобилизации растительных ресурсов.....	740
6.3.4. Принципы эколого-генетической дифференциации адаптивного потенциала растений.....	746

6.3.5. Задачи по дальнейшему сохранению, поиску и использованию гендоноров адаптивно значимых и хозяйственно ценных признаков растений.....	754
6.4. Адаптация и урожайность растений.....	761
6.4.1. Урожайность как производное взаимосвязи потенциальной продуктивности, экологической устойчивости и качества.....	761
6.4.2. Потенциальная продуктивность и экологическая устойчивость сортов и агроценозов.....	773
6.4.3. Особенности сочетания высокой потенциальной продуктивности, экологической устойчивости и средоулучшающих свойств на уровне сорта, агроценоза, агроэкосистемы и агроландшафта.....	782
6.4.4. Эколого-генетические основы устойчивого роста величины и качества урожая.....	784
6.4.5. Приоритетные направления сочетания высокой потенциальной продуктивности и экологической устойчивости растений.....	790
6.5. Эколого-генетические основы адаптивного использования природных, биологических и техногенных ресурсов.....	799
6.5.1. Агроэкологическое макро-, мезо- и микрорайонирование сельскохозяйственных угодий.....	800
6.5.2. Адаптивные и адаптирующие возможности культурных растений в системе агроэкологического районирования территории.....	805
6.5.3. Роль агроэкологического районирования в реализации дифференциальной земельной ренты.....	810
6.5.4. Естественно-научные основы агроэкологического и адаптивно-ландшафтного районирования территории.....	813
6.5.5. Адаптивное землеустройство и севообороты.....	823
6.5.6. Почвенные условия и рост растений.....	831
6.6. Конструирование адаптивных агроэкосистем и агроландшафтов...	839
6.6.1. Эколого-генетические и эволюционно-аналоговые основы конструирования адаптивных агроэкосистем и агроландшафтов...	839
6.6.2. Принципы и технологии конструирования адаптивных агроэкосистем и агроландшафтов.....	849
6.6.3. Особенности пространственной и временной организации многовидовых агроценозов, агроэкосистем и агроландшафтов.....	855
6.6.4. Роль новых направлений селекции растений в конструировании агроэкосистем.....	859
6.6.5. Возможности оптимизации фитосанитарной ситуации в конструируемых агроэкосистемах и агроландшафтов.....	866
6.7. Адаптивно-интегрированная система защиты растений.....	870
6.7.1. Негативные последствия односторонней ориентации на использование химических средств защиты растений.....	872
6.7.2. Основные механизмы устойчивости культурных растений к вредным видам и пути ее повышения	879
6.7.3. Биоценотическая составляющая адаптивно-интегрированной системы защиты растений.....	885
6.7.4. Эколого-генетические основы адаптивно-интегрированной системы защиты растений.....	890

6.7.5. Важнейшие составляющие адаптивно-интегрированной системы защиты растений	897
Заключение	906
7. ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ АДАПТИВНОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА	928
7.1. Место растениеводства в системе адаптивного природопользования...	928
7.2. Растениеводство как отрасль, базирующаяся на новых знаниях...	933
7.3. Методологические основы определения научных приоритетов в адаптивном растениеводстве.....	935
7.4. Состояние и задачи научного обеспечения растениеводства.....	938
7.5. Научное обеспечение сельского хозяйства России (поучительные примеры истории).....	940
7.6. Приоритеты в научном и практическом обеспечении адаптивного растениеводства России.....	950
7.7. Регионализация как фактор повышения адаптивности отечественного АПК.....	959
Заключение	972
Приложение 1 (к главе 4). Почему селекция и семеноводство растений должны быть адаптивными?	976
Приложение 2 (к главе 5). Роль экологической генетики в интеграции адаптивной системы селекции и геновой инженерии ...	978
Приложение 3 (к главе 6). Роль биологической составляющей в повышении величины и качества урожая ...	983
Приложение 4 (к главе 6). Эколого-генетические основы адаптивного макро-, мезо- и микрорайонирования территории и конструирования агроэкосистем	988
Приложение 5 (к главе 6). Конструирование адаптивных агроэкосистем и агроландшафтов	1003
Приложение 6 (к главе 6). Эколого-генетические основы интегрированной системы защиты растений	1008
Приложение 7 (к главе 7). Абсолютно неустранимые особенности сельского хозяйства и проблемы адаптации ...	1014
Приложение 8 (к главе 7). Смена парадигм и проблемы адаптации в XXI веке	1016
Приложение 9 (к главе 7). Адаптация, глобализация и устойчивое развитие	1020
Приложение 10 (к главе 7). Проблемы адаптации в сельском хозяйстве XXI века	1023
Приложение 11 (к главе 7). Агроклиматический потенциал сельскохозяйственных угодий России	1030
Приложение 12 (к главе 7). Ресурсный потенциал производства зерна в России (мифы, амбиции, реалии)	1038
Приложение 13 (к главе 7). Климат и урожайность зерновых культур (климатообусловленная вариабельность величины и качества урожая)	1048
Приложение 14 (к главе 7). Роль и тенденции производства зерна в мире	1051

Приложение 15 (к главе 7). Роль дифференциальной земельной ренты и государственных дотаций в адаптивном сельском хозяйстве	1055
Приложение 16 (к главе 7). Проблемы продовольственной безопасности России.....	1062
Приложение 17 (к главе 7). Негативные последствия неадаптивности сельского хозяйства в России.....	1070
<i>ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕНЕТИКИ</i> (вместо общего заключения).....	1077
Постскриптум (доктор с.-х. наук, профессор Н.Н. Балашова)	1086
Список основной литературы.....	1092
Предметный указатель.....	1115
Именной указатель.....	1135
Указатель латинских названий.....	1151