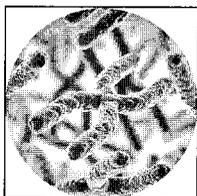


НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Институт генетики и цитологии

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

ТОМ 2



Частная
генетика
растений

2-е издание, исправленное,
переработанное и дополненное

Минск
«Беларуская навука»
2020

УДК [631.52+630.165](082)

Генетические основы селекции растений. В 4 т. Т. 2. Частная генетика растений / науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылёва ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т генетики и цитологии. – 2-е изд., испр., перераб. и доп. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 663, [1] с. – ISBN 978-985-08-2641-1.

Настоящий коллективный труд, подготовленный учеными Белорусского общества генетиков и селекционеров, посвящен обобщению опыта применения генетических методов в совершенствовании частной селекции растений.

В новой редакции второго тома проведен анализ вопросов частной генетики наиболее изученных в республике культур по таким направлениям, как наследование признаков, использование генетических и биотехнологических методов в селекции, совершенствование методов селекции на основе генетических подходов. В монографию вошли обзоры по зерновым (пшенице, тритикале, ржи), картофелю, техническим (льну, сахарной свекле), зернобобовым (сое, люпину), овощным (томату), плодовым, лесным культурам.

Рассчитана на научных работников в области генетики и селекции растений, преподавателей и студентов биологических и сельскохозяйственных вузов, специалистов сельского хозяйства.

Табл. 135. Ил. 112. Библиогр.: 1408 назв.

Научные редакторы:

доктор биологических наук, профессор, академик А. В. Кильчевский,
доктор биологических наук, профессор, академик Л. В. Хотылёва

Рецензенты:

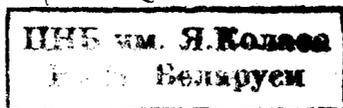
доктор биологических наук, профессор, академик Н. А. Ламан,
доктор биологических наук, профессор, академик В. Н. Решетников

*Издание подготовлено при участии
Белорусского общества генетиков и селекционеров*

ISBN 978-985-08-2641-1 (т. 2)
ISBN 978-985-08-2313-7

© ГНУ «Институт генетики и цитологии
НАН Беларуси», 2020

© Оформление. РУП «Издательский дом
«Беларуская навука», 2020



ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редакторов	5
Принятые сокращения	6
<i>Глава 1. Пшеница (Н. А. Картель, Л. В. Хотылёва, М. Н. Шантуренко, А. А. Булойчик, Е. А. Волуевич, В. С. Борзяк, С. И. Гриб, И. К. Коптик)</i>	<i>8</i>
1.1. Экспериментальный мутагенез	9
1.1.1. Получение и характеристика мутантных форм	10
1.1.2. Синтетические популяции мутантов	12
1.1.3. Индуцированная генетическая нестабильность	14
1.2. Генетический анализ пшеницы с использованием анеуплоидов	16
1.2.1. Создание серии моносомных линий у мягкой пшеницы сорта Опал и ее генетический анализ	16
1.2.2. Генетический контроль морфофизиологических процессов	21
1.2.3. Генетический контроль интенсивности процесса дыхания в онтогенезе	23
1.2.4. Генетический контроль каллусогенеза	25
1.2.5. Генетический контроль устойчивости к бурой ржавчине	26
1.3. Пыльцевой эмбриогенез и регенерация растений	28
1.4. Генетические подходы в селекции мягкой пшеницы на устойчивость к грибным патогенам	33
1.5. ДНК-маркерный анализ белорусских сортов озимой пшеницы	41
1.6. Генофонд и его использование в селекции	45
1.7. Совершенствование методов селекции	46
Литература и источники	48
<i>Глава 2. Тритикале (И. А. Гордей, О. М. Люсиков, Н. Б. Белько, Л. В. Хотылёва, Л. Н. Каминская, Л. В. Корень, О. М. Орловская, Н. И. Дубовец, Е. А. Сычёва, Л. А. Соловей, Е. Б. Бондаревич, С. И. Гриб, В. Н. Буштевич)</i>	<i>52</i>
2.1. Краткая история создания, видовой состав и распространение тритикале	52
2.2. Генетические особенности тритикале	57
2.3. Методы создания тритикале	59
2.4. Генетический контроль скорости развития растений тритикале	63
2.4.1. Синтез первичных тритикале	64
2.4.2. Стабилизация пшенично-ржаных амфидиплоидов с включением <i>Vrn</i> -генов	68
2.4.3. Экспрессия <i>Vrn</i> -генов в генетической среде тритикале	70
2.4.4. Молекулярно-генетическое изучение линий тритикале с <i>Vrn</i> -генами	73
2.5. Обогащение генома гексаплоидного тритикале путем интрогрессии чужеродного генетического материала	77
2.5.1. Гибридизация тритикале и геномно-замещенных форм пшеницы с целью интрогрессии генетического материала эгилопса в геном тритикале	80

2.5.2. Анализ поведения хромосом на разных стадиях мейоза у гибридов тритикале F ₁ и F ₄	81
2.5.3. Идентификация чужеродного материала <i>Aegilops</i> в гибридном материале.....	85
2.5.4. Оценка элементов продуктивности и содержания белка в зерне растений тритикале с интрогрессией генетического материала эгилопса.....	90
2.6. Интрогрессия хромосом D-генома пшеницы в кариотип гексаплоидных тритикале ...	92
2.7. Тритикале с цитоплазмой ржи – секалотритикум.....	110
2.8. Система рода тритикале (<i>× Triticosecale</i> Wittmack).....	134
2.9. Стратегия и приоритеты селекции тритикале в Беларуси.....	136
Литература и источники.....	147
Глава 3. Озимая рожь (Э. П. Урбан, С. И. Гордей, Д. Ю. Артюх, И. С. Гордей, В. Е. Шимко, И. А. Гордей).....	155
3.1. Краткая история, этапы развития и достижения селекции культуры ржи (<i>Secale cereale</i> L.).....	155
3.1.1. Краткая история культуры ржи.....	155
3.1.2. Роль ржи в мировом земледелии и в Беларуси.....	156
3.1.3. История научной селекции ржи.....	159
3.1.4. Этапы развития, достижения и направления селекции ржи в Беларуси.....	161
3.2. Генетические источники селекционно-ценных признаков озимой ржи.....	170
3.2.1. Генофонд озимой ржи – основа для создания новых сортов.....	170
3.2.2. Источники продуктивности и устойчивости к полеганию.....	172
3.2.3. Источники зимостойкости и выносливости к снежной плесени.....	174
3.2.4. Источники устойчивости к основным видам грибных заболеваний.....	175
3.2.5. Источники качества зерна.....	177
3.3. Селекция озимой диплоидной ржи.....	178
3.3.1. Генетические основы и методы создания короткостебельных сортов-популяций ..	178
3.3.2. Практические результаты селекции диплоидной ржи.....	181
3.4. Экспериментальная полиплоидия в селекции озимой ржи.....	183
3.4.1. Исходный материал для селекции озимой тетраплоидной ржи.....	183
3.4.2. Влияние полиплоидии на хозяйственно полезные признаки озимой ржи.....	184
3.4.3. Методы экспериментального получения полиплоидов и их использование в селекции озимой ржи.....	190
3.4.4. Практические результаты селекции тетраплоидной ржи.....	199
3.5. Использование цитоплазматической мужской стерильности в селекции озимой ржи в Беларуси.....	200
Литература и источники.....	209
Глава 4. Картофель (А. П. Ермишин, Е. В. Воронкова, В. А. Козлов).....	216
4.1. Генетические особенности картофеля как объекта селекции.....	217
4.1.1. Эволюция культурного картофеля.....	217
4.1.2. Автотетраплоидная природа картофеля.....	219
4.2. Манипуляции с ploидностью в селекции картофеля.....	221
4.2.1. Дигаплоиды картофеля.....	221
4.2.2. Восстановление тетраплоидного уровня. Митотическое удвоение хромосом ..	223
4.2.3. Восстановление тетраплоидного уровня. Мейотическое удвоение хромосом ..	223
4.2.4. Инбридинг, гетерозис у диплоидного и тетраплоидного картофеля при переходах с одного уровня ploидности на другой. Теория гетероаллелизма.....	226
4.2.5. Эффект уровня ploидности.....	229
4.3. Задачи, направления и методы селекции картофеля.....	230
4.3.1. Методы селекции картофеля. Организация селекционного процесса в Беларуси ..	232
4.3.2. Характер наследования основных хозяйственно ценных признаков. Использование ДНК-маркеров для идентификации генов.....	234

4.3.2.1. Гены устойчивости к фитофторозу картофеля	236
4.3.2.2. Гены устойчивости к цистообразующим нематодам	238
4.3.2.3. Гены устойчивости к вирусам картофеля	239
4.3.2.4. Гены устойчивости к раку картофеля	242
4.3.3. Мультиплексные линии	243
4.3.4. Использование диких и примитивных культурных видов в селекции картофеля	245
4.3.4.1. Систематика картофеля	245
4.3.4.2. Интрогрессия ценного генофонда диких и примитивных культурных видов картофеля в селекционный материал	249
4.3.4.3. Изучение диких видов картофеля с целью поиска источников ценных для селекции генов	252
4.3.4.4. Презиготные репродуктивные барьеры при межвидовой гибридизации картофеля	256
4.3.4.5. Постзиготные репродуктивные барьеры при межвидовой гибридизации картофеля и интерплоидных скрещиваниях	259
4.3.4.6. Роль пре- и постзиготных репродуктивных барьеров при гибридизации культурного картофеля с дикими видами	262
4.3.4.7. Методы преодоления межвидовых репродуктивных барьеров	264
4.3.4.8. Методы преодоления презиготной межвидовой несовместимости	266
4.3.4.9. Методы преодоления постзиготных межвидовых репродуктивных барьеров	271
4.3.4.10. Диплоидные межвидовые гибриды между аллотетраплоидными дикими видами картофеля и дигаплоидами <i>S. tuberosum</i>	273
4.3.4.11. Использование соматической гибридизации для преодоления межвидовых репродуктивных барьеров	275
4.3.5. Селекция картофеля с использованием отбора на диплоидном уровне	275
4.3.5.1. Проблемы диплоидной селекции картофеля и подходы к их решению	277
4.4. Подбор родительских форм на основе оценки комбинационной способности селекционного материала	280
Литература и источники	285
Глава 5. Лен (В. В. Туток, В. А. Лемеш, С. И. Юренкова, Л. В. Хотылёва).	295
5.1. Классификация льна	296
5.2. Кариотип рода <i>Linum</i>	298
5.3. Эволюционные связи между видами и подвидами рода <i>Linum</i>	299
5.4. Строение стебля льна	305
5.4.1. Анатомические показатели стебля сортов льна-долгунца	306
5.4.2. Наследование анатомических показателей у F ₁ -гибридов льна-долгунца	309
5.4.3. Анализ микроструктуры волокон льна методом сканирующей электронной микроскопии	311
5.5. Генетика количественных признаков сортов льна-долгунца	316
5.5.1. Генотипическая гетерогенность по продуктивности у сортов льна-долгунца	316
5.5.2. Генетический контроль признаков продуктивности у сортов льна-долгунца	318
5.6. Фотосинтез и продукционный процесс	324
5.6.1. Содержание хлорофилла у сортов льна в онтогенезе	324
5.6.2. Фотосинтетическая продуктивность сортов и F ₁ -гибридов льна-долгунца в онтогенезе	327
5.6.3. Анализ роста растений и фотохимическая активность хлоропластов контрастных по урожайности сортов льна-долгунца в онтогенезе	331
5.6.4. Изменчивость ультраструктурных признаков хлоропластов клеток листа у <i>L. angustifolium</i> u <i>L. usitatissimum</i>	336
5.6.5. Ультраструктура хлоропластов и митохондрий клеток листа у сортов и F ₁ -гибридов льна-долгунца	338

5.7. Биотехнология льна	340
5.7.1. Регенерационная способность сортов льна в культуре <i>in vitro</i>	342
5.7.2. Создание генетически модифицированных растений льна (<i>L. usitatissimum</i> L.) методами агробактериальной и биобаллистической трансформации	343
5.8. Селекционные достижения по культуре льна в Беларуси	346
Литература и источники	348
Глава 6. Сахарная свекла (А. М. Свищевская)	355
6.1. Краткая историческая справка по культуре. Особенности свеклы, послужившие причиной для ее окультуривания. Современная таксономия	355
6.2. Характеристика свеклольного растения и наследование. Генетика селекционно-значимых признаков	357
6.3. Использование генетических методов в селекции (полиплоидия, гетерозис, отдаленная гибридизация)	365
6.4. Использование методов культивирования <i>in vitro</i> в селекции (клональное размножение, регенерация растений <i>de novo</i> , гаплоидия, культура протопластов, соматклоны и клеточная селекция)	370
6.5. Использование молекулярных маркеров в селекции. Трансгенез	375
6.6. Совершенствование методов селекции на основе генетических подходов	378
6.7. Создание уникального исходного материала, поддержание генколлекций	381
6.8. Достижения по культуре сахарной свеклы в Беларуси	383
Литература и источники	385
Глава 7. Соя (О. Г. Давыденко, Д. В. Голоенко, В. Е. Розенцвейг, Е. А. Аксенова)	395
7.1. Генетические основы селекции хозяйственно ценных признаков сои	397
7.1.1. Генетическая система фотопериодической реакции	397
7.1.2. Соотношение продолжительности фенофаз	402
7.1.3. Архитектоника растения	404
7.1.4. Оптическая структура агроценоза	407
7.1.5. Генетические основы адаптивной селекции сои	408
7.2. Создание генетического разнообразия	412
7.3. Биотехнологические методы селекции сои	416
7.3.1. Маркер-сопутствующая селекция	416
7.3.2. Генно-инженерные технологии	418
7.4. Исходный материал для селекции. Генетическая коллекция	420
7.5. Результаты селекционной работы по сое в Беларуси	421
Литература и источники	423
Глава 8. Люпин узколистый (Н. С. Купцов, Т. П. Миронова)	430
8.1. Таксономические признаки	431
8.1.1. Окраска цветка	431
8.1.2. Окраска семян	433
8.1.3. Окраска листа	436
8.1.4. Характер ветвления стебля	437
8.1.5. Форма стебля	438
8.2. Признаки генеративной сферы	439
8.2.1. Количество цветков в кисти	440
8.2.2. Количество бобов в кисти	441
8.2.3. Количество семян в бобе	442
8.2.4. Масса 1000 семян	444
8.2.5. Растрескиваемость бобов	447
8.2.6. Проницаемость оболочки семени	448

8.3. Признаки вегетативной сферы	449
8.3.1. Высота растений	449
8.3.2. Структура листа	451
8.3.3. Восковой налет	455
8.3.4. Угол отхождения боковых ветвей от главного стебля	456
8.4. Физиологические признаки	457
8.4.1. Реакция узколистного люпина на яровизирующие температуры	457
8.4.2. Темп роста узколистного люпина	460
8.4.3. Морозоустойчивость растений люпина	462
8.4.4. Реакция узколистного люпина на дефицит в почве марганца	462
8.5. Биохимические признаки	463
8.5.1. Содержание белка в семенах	463
8.5.2. Содержание алкалоидов в семенах	464
8.5.3. Состав алкалоидного комплекса семян	466
8.6. Генетика устойчивости узколистного люпина к болезням	467
8.6.1. Устойчивость узколистного люпина к фузариозной корневой гнили	468
8.6.2. Устойчивость узколистного люпина к фузариозному трахеомикозному увяданию	469
8.6.3. Устойчивость узколистного люпина к антракнозу	469
8.6.4. Устойчивость узколистного люпина к фомопсису	470
8.6.5. Устойчивость узколистного люпина к бурой пятнистости	471
8.6.6. Устойчивость узколистного люпина к серой пятнистости	471
8.6.7. Комплексная устойчивость сортов узколистного люпина к грибным болезням	472
8.7. Генетика доместикиции и ее использование в селекции	474
Литература и источники	478
<i>Глава 9. Томат (А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылёва, М. М. Добродькин, В. В. Скорина, Л. Г. Коготько, Т. В. Никонович, О. Г. Бабак, И. Г. Пугачева, Н. Ю. Лецина, Е. Ю. Иванцова, Л. А. Тарутина, А. В. Щур, А. В. Крук, С. В. Малышев, Л. А. Мишин, Д. П. Бажанов, Н. А. Некрашевич, А. А. Бажанова, В. А. Лемеш, З. Е. Грушецкая)</i>	483
9.1. Основные направления селекции томата	483
9.2. Генетический анализ наследования хозяйственно ценных признаков томата	487
9.2.1. Генетические основы селекции партенокарпических гибридов	487
9.2.1.1. Влияние средовых условий на проявление комбинационной способности образцов томата	489
9.2.1.2. Изменение генетических параметров наследования признаков томата в различных условиях среды	492
9.2.2. Генетические основы селекции лежких гибридов	494
9.3. Методические основы гетерозисной и адаптивной селекции томата	499
9.3.1. Генетические основы селекции гибридов томата в защищенном грунте	500
9.3.1.1. Комбинационная способность линий томата в диаллельных скрещиваниях	500
9.3.1.2. Наследование компонентов урожайности томата в топкроссных гибридах F ₁	503
9.3.2. Использование стерильных форм в гетерозисной селекции томата	507
9.3.2.1. Типы стерильности	507
9.3.2.2. Биология цветения и размножения партенокарпических форм томата с функциональной мужской стерильностью	511
9.3.2.3. Оценка комбинационной способности партенокарпических стерильных и фертильных линий в топкроссах	517
9.3.2.4. Оценка адаптивной способности партенокарпических гибридов на основе функциональной мужской стерильности	524
9.3.3. Метод реципрокных тестеров	529
9.3.4. Селекция на гетерозис в открытом грунте	533

9.4. Разработка и использование методов периодического отбора в селекции томата . . .	533
9.4.1. Открытый грунт	533
9.4.2. Защищенный грунт	537
9.5. Использование биотехнологических методов в селекции томата	541
9.5.1. Гаметная селекция томата	541
9.5.2. Генетика морфогенеза <i>in vitro</i>	545
9.5.3. Использование молекулярных маркеров в селекции томата	550
9.6. Генетические основы селекции энергетически эффективных сортов томата	553
9.7. Генетические основы селекции томата на минимальное накопление поллютантов	556
9.8. Селекция томата на эффективное взаимодействие с почвенной микрофлорой	557
9.9. Селекция гетерозисных гибридов томата на ограниченное развитие латеральных меристем	559
Литература и источники	564
Глава 10. Плодовые культуры (З. А. Козловская)	572
10.1. Яблоня	573
10.2. Груша	589
10.3. Слива	592
10.4. Вишня и черешня	597
Литература и источники	599
Глава 11. Лесообразующие виды (А. И. Ковалевич, В. Е. Падутов, А. И. Сидор, А. П. Кончиц, С. И. Ивановская, О. Ю. Баранов, Д. И. Каган, Т. С. Маркевич, О. А. Разумова, А. В. Падутов)	602
11.1. Исходный материал для селекционных и генетических исследований	602
11.2. Генетика количественных признаков	609
11.3. Генетика популяций	622
11.4. Генетические основы селекционного семеноводства	638
Литература и источники	655