

Самовол О. П., Кондратенко С. І.

ТОМАТ

(ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ)



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ОВОЧІВНИЦТВА І БАШТАННИЦТВА**

Самовол О. П., Кондратенко С. І.

ТОМАТ
(ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ)

За науковою редакцією
О. П. Самовола і О.М. Могильної

Вінниця
ТОВ «Нілан-ЛТД»

2018

УДК 635.64: 631. 523. 575: 631. 527
Т36

Рекомендовано до друку вченою радою Інституту овочівництва і баштанництва НААН 27 лютого 2018 р. (протокол № 2)

Рецензенти:

В.І. Файт – заступник директора з наукової роботи Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства і сортовивчення НААН, доктор біологічних наук, член-кореспондент НААН.

В.В. Хареба – заступник академіка-секретаря Відділення аграрної економіки і продовольства, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, заслужений діяч науки і техніки України.

О.П. Самовол, С.І. Кондратенко

Т 36 Томат (*генетичні основи селекції*) : Монографія / О.П. Самовол, С.І. Кондратенко // За наук. Ред. О.П. Самовола, О.М. Могильної – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. – 448 с.

ISBN 978-966

У монографії дана комплексна характеристика роду *Lycopersicon* Tourm., яка включає походження, поширення, біосистематику, критичний аналіз існуючих класифікацій, а також ступінь сумісності між видами. Наведено результати власних досліджень щодо біохімічної, фітопатологічної і цитологічної оцінок, а також досліджень, що стосуються проблем картування кількісних ознак, індукування мутаційної і рекомбінаційної мінливості, взаємозв'язку між різною онтогенетичною пристосованістю гібридів F₁ до екстремальних факторів середовища, їх рівнем гетерозиготності та спектром генетичної мінливості у популяціях, що розщеплюються.

Книга розрахована на широке коло фахівців, які цікавляться питаннями селекції, генетики, цитології, біосистематики та еволюції дикорослих видів і різновидів томату.

ISBN 978-966

@ Інститут овочівництва
і баштанництва НААН, 2018
@ Самовол О.П., Кондратенко С.І.

**NATIONAL ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES
OF UKRAINE
INSTITUTE OF VEGETABLES AND MELONS GROWING**

Samovol O. P., Kondratenko S. I.

**TOMATO
(THE GENETIC BASIS OF BREEDING)**

For scientific editorship
O. P. Samovol and O.M. Mogilna

Vinnitsa
LLC “Nilan-LTD”
2018

УДК 635.64: 631. 523. 575: 631. 527
Т36

O. P. Samovol and S. I. Kondratenko

T 36 Tomato (the genetic basis of breeding) : monography /
O.P. Samovol, S.I. Kondratenko // For scientific editorship
O.P. Samovol, O.M. Mogilna – Vinnitsia: LLC Nilan-LTD,
2018. – 448 p.

ISBN 978-966

The monograph has a complete characteristic of the genus *Lycopersicon* Tourn., including the origin, distribution, biosystematics, critical analysis of existing classifications, as well as degree of compatibility among species. It gives the results of the author's research concerning biochemical, phytopathological and cytological evaluation and the results of research in the sphere of quantitative trait mapping, indication of mutational and recombinant variability, relationship between the different ontogenetic adaptation of hybrids F_1 to extreme environmental factors, their level of heterozygosity and range of genetic variability in segregating populations.

The book is intended for a wide range of specialists interested in the issues of breeding, genetics, cytology, biosystematics and evolution of wild species and varieties of tomato.

ISBN 978-966

@ Institute of Vegetable and Melon
growing NAAS, 2018

@ Samovol O.P., Kondratenko S.I., 2018

ЗМІСТ

Вступ	Стор. 15
Глава 1. Біосистематичне положення видів і різновидів у роді <i>LYCOPERSICON</i> TOURN.	23
1.1. Походження, розповсюдження та систематика роду.....	23
1.2. Самонесумісність видів, міжвидова несумісність і особливості міжвидових відносин у роді <i>Lycopersicon</i> Tourn.....	27
1.3. Методи, способи та прийоми подолання несумісності між інконгруентними видами роду.....	36
1.4. Нове уявлення про філогенетичні зв'язки між видами і різновидами роду.....	40
ВИСНОВКИ	58
ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА	59
Глава 2. Вихідний матеріал на основі видів і різновидів роду <i>LYCOPERSICON</i> TOURN. як цінні джерела для селекції томата	
2.1. Біохімічна та фітопатологічна характеристики видів і різновидів роду <i>Lycopersicon</i> Tourn.	71
2.1.1. Джерела високого вмісту в плодах сухої розчинної речовини, цукрів і титрованих кислот у віддалених і предкових форм роду.....	75
2.1.2. Джерела високого вмісту в плодах вітамінів і лікопіну	78
2.1.3. Джерела високого вмісту в плодах пектинових речовин	81
2.1.4. Джерела високого вмісту в плодах зольних елементів і мікроелементів.....	83
2.1.5. Джерела високого вмісту в плодах протеїну і вільних амінокислот.....	86
2.2. Вихідний матеріал томата для селекції на стійкість до хвороб	87
2.3. Генетична паспортизація культурного та напівкультурного томата з різним рівнем стійкості до фузаріозу..	101
ВИСНОВКИ	111
ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА	114

Глава 3. Прояв, успадкування й картування кількісних та якісних ознак у віддалених гібридів томата.....	128
3.1. Особливості прояву деяких кількісних і якісних ознак у міжвидових гібридів F_1 томата в залежності від компонентів схрещування.....	128
3.2. Мінливість та успадкування деяких біологічно цінних компонентів плодів томата у рослин міжвидових розщеплюваних популяцій.....	139
3.3. Механізми генетичної регуляції біосинтезу каротиноїдів у плодах томата.....	143
3.4. Вплив γ -обробки гібридного насіння F_1 томата на мінливість кількісних ознак.....	152
3.4.1. Оцінка внутрішньо- та міжвидових гібридів F_1 томата за цитологічними параметрами мейозу.....	155
3.4.2. Оцінка внутрішньо- та міжвидових гібридів F_2 томата за частотою трансресій.....	159
3.5. Взаємозв'язок між високим вмістом біологічно цінних компонентів у плодах гомозиготних ліній томата міжвидового походження та цитологічними параметрами мейозу.....	162
3.6. Результати картування п'яти кількісних (господарсько-цінних) ознак томата методом сигналій за Се-ребровським.....	173
ВИСНОВКИ.....	188
ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА.....	191

Глава 4. Проблема вільної та доступної добору генотипової мінливості та методологія оптимізації селекційного процесу.....	203
4.1. Потенційна, вільна та доступна добору генотипова мінливість у селекції.....	203
4.1.1. Рівень рекомбінаційної та спектр доступної генотипової мінливості й фактори, які їх обмежують.....	207
4.1.2. Взаємозв'язок між пристосованістю та рівнем рекомбінаційної, а також спектром генотипової мінливості.....	209

4.2. Деякі нетрадиційні підходи щодо розширення спектра генотипової мінливості у томата.....	212
4.2.1. Зниження селективної елімінації рекомбінантів як спосіб розширення спектра генотипової мінливості.....	218
4.2.2. Часовий “горизонтальний” дизруптивний добір як фактор розширення спектра генотипової мінливості.....	228
4.2.3. Взаємозв'язок добору різних за конкурентоспроможністю внутрішньовидових гетерозигот F_1 томата та спектром генотипової мінливості в їх потомствах (порівняння з перцем солодким і баклажаном).....	232
4.3. Частка вкладу елімінуючої дії природного гаметного та зиготного доборів у генетичну структуру розщеплюваних популяцій (томат, баклажан).....	259
4.3.1. Визначення залежності рівня мінливості кількісних ознак у популяції F_2 від послідовності ярусу закладання китиць з плодами на рослинах F_1 (томат, перець солодкий, баклажан).....	262
4.3.2. Вибір оптимальних фонів для гібридів F_1 як засобу адаптивної селекції.....	274
4.3.3. Добір фонів для вирощування гетерозигот F_1 , які забезпечують формування популяції F_2 із рослин за високою потенційною продуктивністю.....	277
4.3.4. Роль загальної гібридної гетерозиготності у вивільненні доступної добору генотипової мінливості у міжвидових гібридів томата.....	280
4.3.5. Залежність швидкості гомогенізації розщеплюваних популяцій та гомозиготизації <i>rec</i> -генів від онтогенетичної пристосованості гібридів F_1 томата.....	285
4.3.6. Біологічна інтерпретація результатів кластерного аналізу швидкості гомогенізації розщеплюваних популяцій та гомозиготизації <i>rec</i> -генів томата.....	292
ВИСНОВКИ.....	295
ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА.....	299

Глава 5. Індукований мутагенез і рекомбіногенез томата як важливі напрями в селекційно-генетичних дослідженнях.....	318
--	------------

5.1. Коротка історія впровадження в селекцію та потенційні можливості методу індукованого мутагенезу.....	318
5.1.1. ДНК як теоретична основа ефектів мутагенних чинників.....	322
5.2. Реакція мутабільності рослин різних сортів томата на багаторазове γ-опромінювання їх насіння.....	323
5.2.1. Формування репродуктивного навантаження на рівні зав'язування плодів.....	323
5.2.2. Частота прояву рослин за ознакою ранньостиглості та тривалості вегетаційного періоду.....	331
5.2.3. Частота прояву мутантних форм, їх якісні та кількісні ознаки.....	340
5.2.4. Формування компонентів високої потенційної продуктивності та біохімічного складу плодів у дібраних рослин із сортових популяцій, насіння яких обробляли γ -опромінюванням.....	356
5.3. Проблема підвищення мінливості рекомбінаційних параметрів мейозу за міжвидової гібридизації	362
5.3.1. Переваги методу індукованого рекомбіногенезу над мутагенезом в селекції.....	362
5.3.2. Основні ендогенні й екзогенні фактори, які впливають на рекомбінацію та значення індукованого рекомбіногенезу в селекції.....	364
5.3.3. Вплив γ -опромінювання насіння на зміни менделівського співвідношення в альтернативних маркерних групах і рекомбінаційних параметрів мейозу у внутрішньо-та міжвидових гібридів F_1 томата.....	367
5.3.4. Вплив γ -опромінювання насіння вихідних форм і віддалених гібридів F_1 томата на зсув менделівського розщеплення та рівень рекомбінації за незчепленими маркерними генами.....	377
5.3.5. Вплив γ -опромінювання насіння віддалених гібридів томата та соматоклональної варіабельності в культурі <i>in vitro</i> на зсув менделівського моногібридного розщеплення та рівень рекомбінації за незчепленими маркерними генами.....	382

5.3.6. Характер зміни моногібридних розщеплювань у потомствах міжвидових гетерозигот F_1 із різною онтогенетичною пристосованістю в залежності від мутагенних чинників.....	387
5.3.7. Індукована зміна кросинговеру, рівня рекомбінації та “квазізчеплення” у класах міжвидових гетерозигот F_1 томата з різною онтогенетичною пристосованістю.....	398
ВИСНОВКИ	402
ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА	407
 Глава 6. Генетичні основи селекції томата (замість загального висновку)	415
6.1. Значення результатів досліджень для вдосконалення спеціальної генетики та селекції овочевих пасльонових видів рослин і синтетичної теорії еволюції (СТЕ)	415
6.1.1. Генетичні джерела для оптимізації біохімічної та імунологічної селекції томата.....	415
6.1.2. Нові нетрадиційні методи, способи, а також біологічні прийоми підвищення рівня рекомбінаційної та розширення спектра генотипової мінливості та їх прогнозуючі можливості.....	417
6.1.3. Модифікація основних етапів технології селекційного процесу однорічних самозапильованих культур.....	423
6.1.4. Роль добору та середовища в синтетичній теорії еволюції.....	426
6.1.5. Нова уява щодо ролі рекомбінації в селекції.....	428
6.1.6. Взаємозв'язок між пристосованістю гетерозигот F_1 і спектром рекомбінантів у їх потомствах.....	430
6.1.7. Науково-методологічні напрацювання як нові та додаткові елементи теоретичних основ трансгресивної й інтрогресивної селекції.....	432
ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА	437

CONTENTS

	Page
Introduction.....	15
Chapter 1. Biosystematic position of species and varieties in the genus <i>LYCOPERSICON</i> TOURN.	23
1.1. Origin, distribution and systematics of the genus.....	23
1.2. Self-incompatibility of species, interspecies incompatibility and nature of interspecies relations in the genus <i>Lycopersicon</i> Tourn.	27
1.3. Methods, means and techniques of overcoming incompatibility between incongruent species of the genus.....	36
1.4. New concept of phylogenetic relationship between species and varieties of the genus.....	40
CONCLUSIONS.....	58
REFERENCES.....	59
 Chapter 2. Parent material obtained from species and varieties of the genus <i>LYCOPERSICON</i> TOURN. as a valuable source for tomato breeding.....	 71
2.1. Biochemical and phytopathological characteristics of species and varieties of the genus <i>Lycopersicon</i> Tourn.	71
2.1.1. Sources of high content of soluble solids, sugars and titrating acids in fruits in the distant and ancestral forms of the genus...	75
2.1.2. Sources of high content of vitamins and lycopene in fruits	78
2.1.3. Sources of high content of pectic substances in fruits.....	81
2.1.4. Sources of high content of ash constituents and microelements in fruits.....	83
2.1.5. Sources of high content of proteins and free amino acids in fruits.....	86
2.2. Tomato parent material to breed resistance to illnesses	87
2.3. Genetic passportization of cultivated and semi-cultivated tomato with different levels of resistance to <i>Fusarium</i> disease	101
CONCLUSIONS.....	111
REFERENCES.....	114

Chapter 3. Manifestation, inheritance and mapping of quantitative and qualitative traits in the distant hybrids of tomato.....	128
3.1. Nature of manifestation of some quantitative and qualitative traits in the interspecies tomato hybrids F ₁ depending on the components of crossing.....	128
3.2. Variability and inheritance of some biologically valuable components of tomato fruits in the plants of interspecies segregating populations.....	139
3.3. Mechanisms of genetic regulation of carotenoid biosynthesis in tomato fruits.....	143
3.4. Effect of γ -treatment of the seeds of tomato hybrid F ₁ on the variability of quantitative traits.....	152
3.4.1. Evaluation of intra- and interspecies tomato hybrids F ₁ according to the cytological parameters of meiosis.....	155
3.4.2. Evaluation of intra- and interspecies tomato hybrids F ₂ according to the transgression frequency.....	159
3.5. Relationship between the high content of biologically valuable components in the fruits of homozygous tomato lines of interspecies origin and cytological parameters of meiosis.....	162
3.6. Results of mapping five quantitative (economically valuable) tomato traits by means of Serebrovsky's genetic markers.....	173
CONCLUSIONS.....	188
REFERENCES.....	191

Chapter 4. Issue of free and selectable genetic variability and breeding process optimization methods.....	203
4.1. Potential, free and selectable genetic variability in breeding.....	203
4.1.1. Level of recombinant variability and range of selectable genetic variability and the factors limiting them.....	207
4.1.2. Relationship between adaptation, level of recombinant variability and range of genetic variability.....	209
4.2. Some non-traditional approaches to expanding the	

range of tomato genetic variability.....	212
4.2.1. Reduction of selective elimination of recombinants as a method of expanding the range of genetic variability.....	218
4.2.2. Horizontal time range disruptive selection as a factor of expanding the range of genetic variability.....	228
4.2.3. Relationship between the selection of intraspecific heterozygotes of tomato F ₁ with different competitive ability and the range of genetic variability in their progeny (compared with sweet pepper and aubergine).....	232
4.3. Contribution of eliminating effect of natural gametic and zygotic selection to the genetic structure of segregating populations (tomato, aubergine).....	259
4.3.1. Determination of dependence of the level of variability of quantitative traits in the population F ₂ on the sequence of cluster initiation for the plants F ₁ (tomato, sweet pepper, aubergine).....	262
4.3.2. Choice of optimal backgrounds for hybrids F ₁ as a method of adaptive breeding.....	274
4.3.3. Selection of backgrounds for growing the heterozygotes F ₁ which ensure the formation of population F ₂ from the plants with high potential performance.....	277
4.3.4. Role of general hybrid heterozygosity in freeing the selectable genetic variability in interspecies tomato hybrids.....	280
4.3.5. Dependence of the rate of homogenization of segregating populations and of the rate of homozygotization of <i>rec</i> -genes on the ontogenetic adaptation of tomato hybrids F ₁	285
4.3.6. Biological interpretation of the results of cluster analysis of the rate of homogenization of segregating populations and of homozygotization of tomato <i>rec</i> -genes.....	292
CONCLUSIONS.....	295
REFERENCES.....	299

Chapter 5. Induced mutagenesis and recombinationogenesis of tomato as important lines of breeding and genetic research.....	318
5.1. Brief history of introduction the induced mutagenesis method in breeding and its potential.....	318

5.1.1. DNA as a theoretic basis for the effect of mutagenic factors.....	322
5.2. Reaction of mutability of tomato plants of different varieties to multiple irradiation of their seeds.....	323
5.2.1. Formation of reproductive load at the stage of ifructescence.....	323
5.2.2. Frequency of manifestation of early ripeness and long vegetation period of plants.....	331
5.2.3. Frequency of manifestation of mutant forms, their qualitative and quantitative traits.....	340
5.2.4. Formation of components of high potential performance and biochemical composition of fruits in the selected plants from varietal populations with γ -irradiated seeds.....	356
5.3. Issue of increasing the variability of recombination parameters of meiosis according to interspecies hybridization.	362
5.3.1. Advantages of the method of induced recombinogenesis over mutagenesis in breeding.....	362
5.3.2. Main endogenous and exogenous factors affecting recombination and the role of induced recombinogenesis in breeding.....	364
5.3.3. Effect of seed γ -irradiation on the change in Mendelian segregation in the alternative marker groups and on the..... change in the recombination parameters of meiosis in intra- and interspecies tomato hybrids F_1	367
5.3.4. Effect of γ -irradiation of the seeds of original forms and distant tomato hybrids F_1 on the change in Mendelian segregation and recombination level in the unlinked marker genes	377
5.3.5. Effect of γ -irradiation of the seeds of distant tomato hybrids and somoclonal variability in the <i>in vitro</i> culture on the change in Mendelian segregation and recombination level in the unlinked marker genes.....	382
5.3.6. Nature of changes in the monohybrid segregation of progeny of interspecies heterozygotes F_1 with different ontogenetic adaptation depending on mutagenic factors.....	387
5.3.7. Induced change in the crossover, recombination level and quasilinkage of classes of interspecies tomato heterozygotes F_1 with different ontogenetic adaptation.....	398

CONCLUSIONS.....	402
REFERENCES.....	407

Chapter 6. Genetic principles of tomato breeding (<i>instead of basic conclusion</i>).....	415
6.1. Significance of the research results for the development of special genetics and breeding of solanaceous vegetables and modern evolutionary synthesis (MES)	415
6.1.1. Genetic sources for the optimization of biochemical and immune selection of tomato.....	415
6.1.2. New non-traditional methods, means and biological techniques of improving the level of recombination variability and expanding the range of genotype variability and their predictive potential.....	417
6.1.3. Modification of the main stages of technology of breeding process for annual self-fertilizing crops	423
6.1.4. Role of selection and environment in the modern evolutionary synthesis.....	426
6.1.5. New concept of the role of recombination in breeding.....	428
6.1.6. Relationship between the adaptation of heterozygotes F_1 and the range of recombinants in their progeny.....	430
6.1.7. Scientific and methodological experiences as new and additional elements of theoretical foundations of transgressive and introgressive breeding.....	432
REFERENCES.....	437