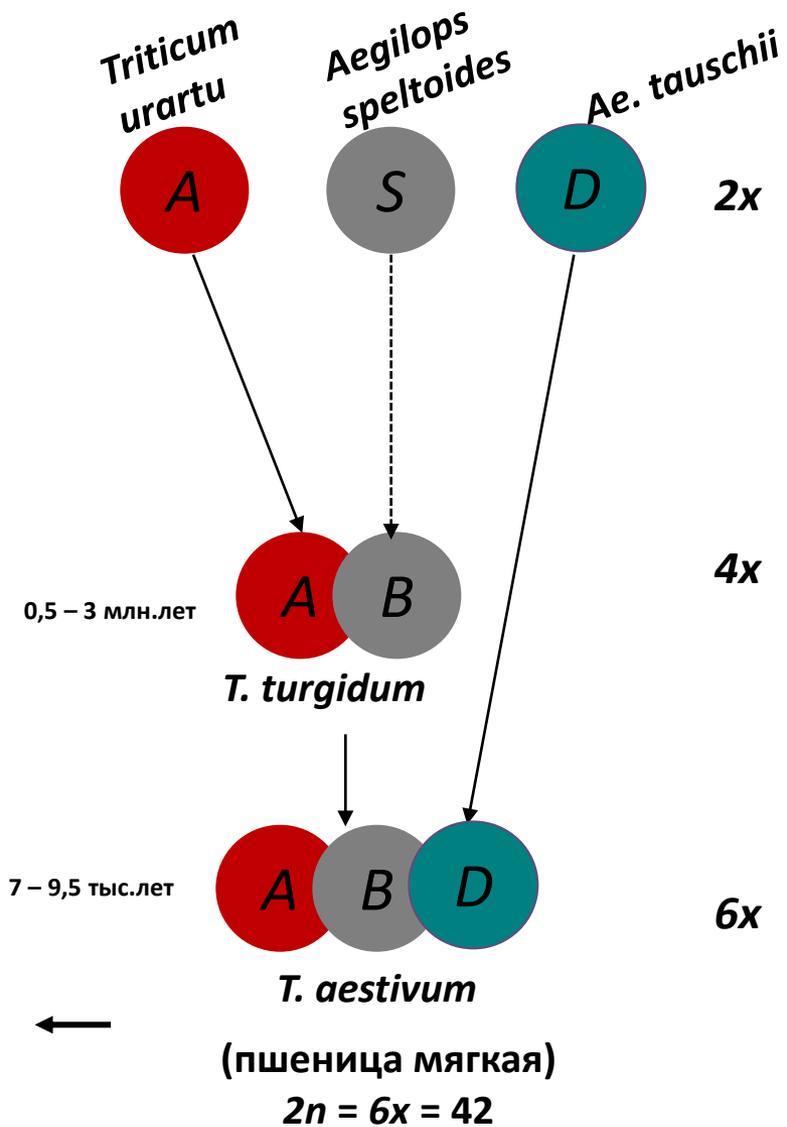


Геном
пшеницы -
конструктор
в руках
исследователей

Происхождение аллополиплоидного генома пшеницы

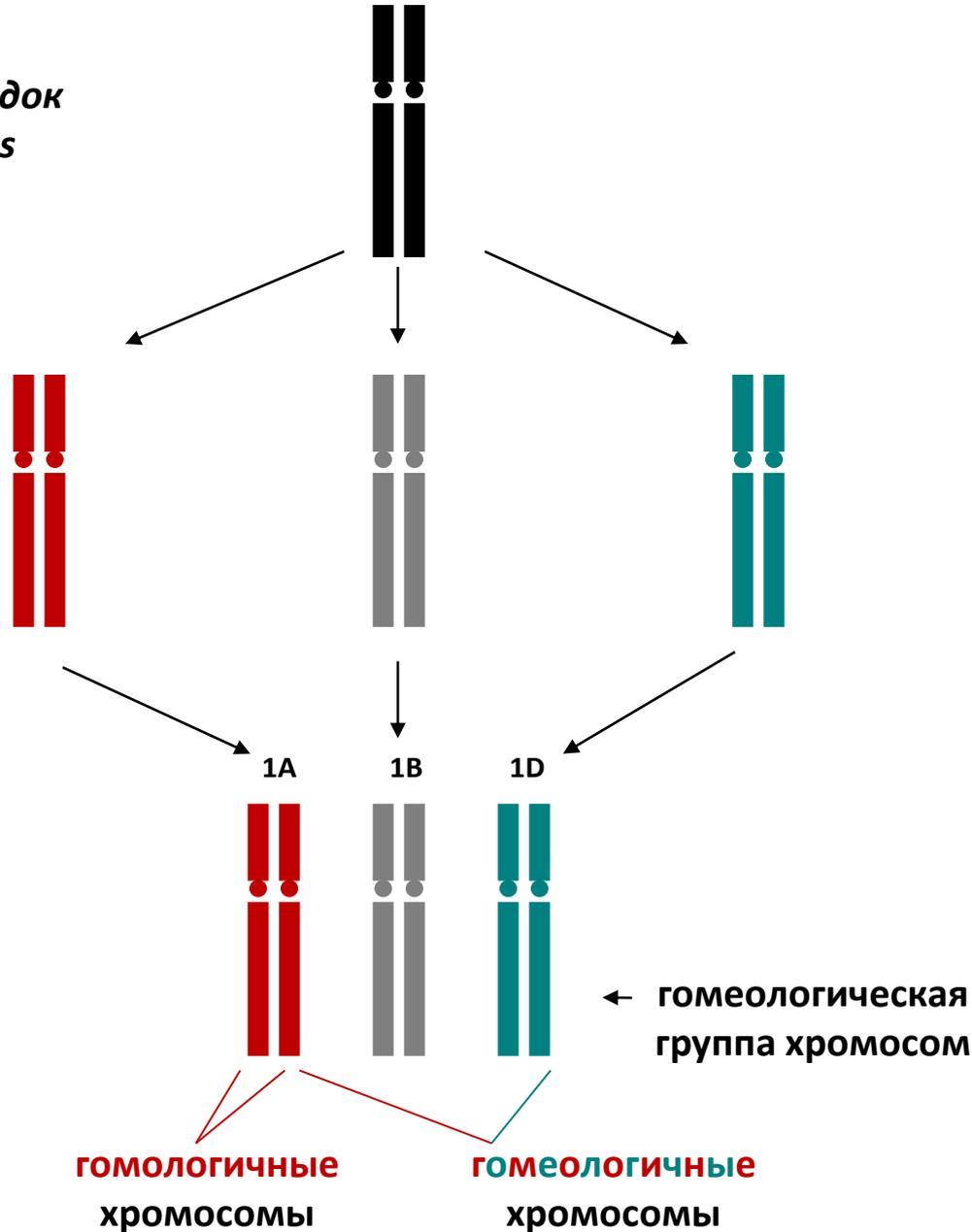


*Общий диплоидный предок
родов *Triticum* и *Aegilops**

хромосома 1

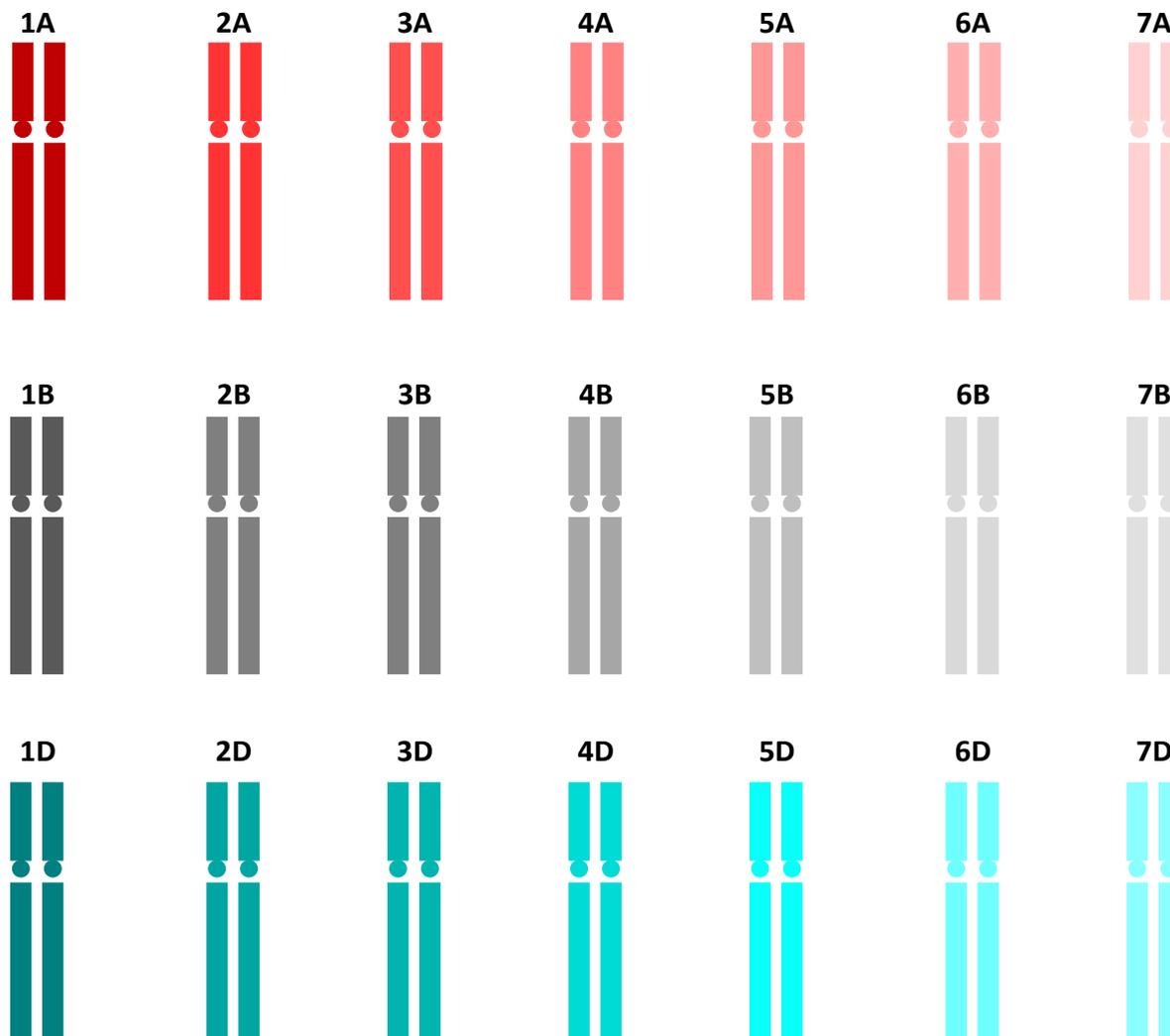
*Диплоидные доноры
геномов A, B и D
мягкой пшеницы*

Мягкая пшеница



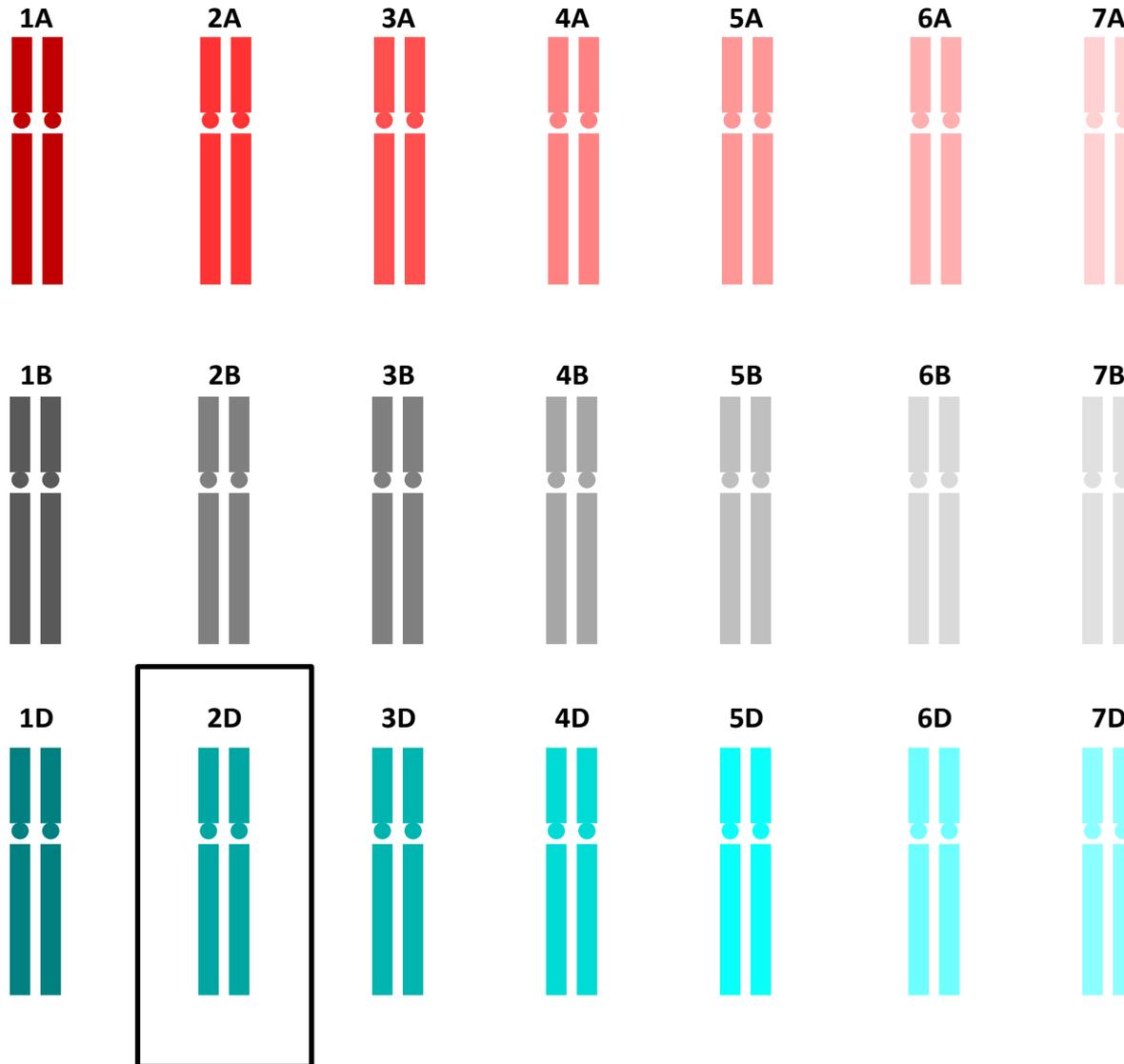
Нормальный хромосомный набор мягкой пшеницы

$2n = 42$



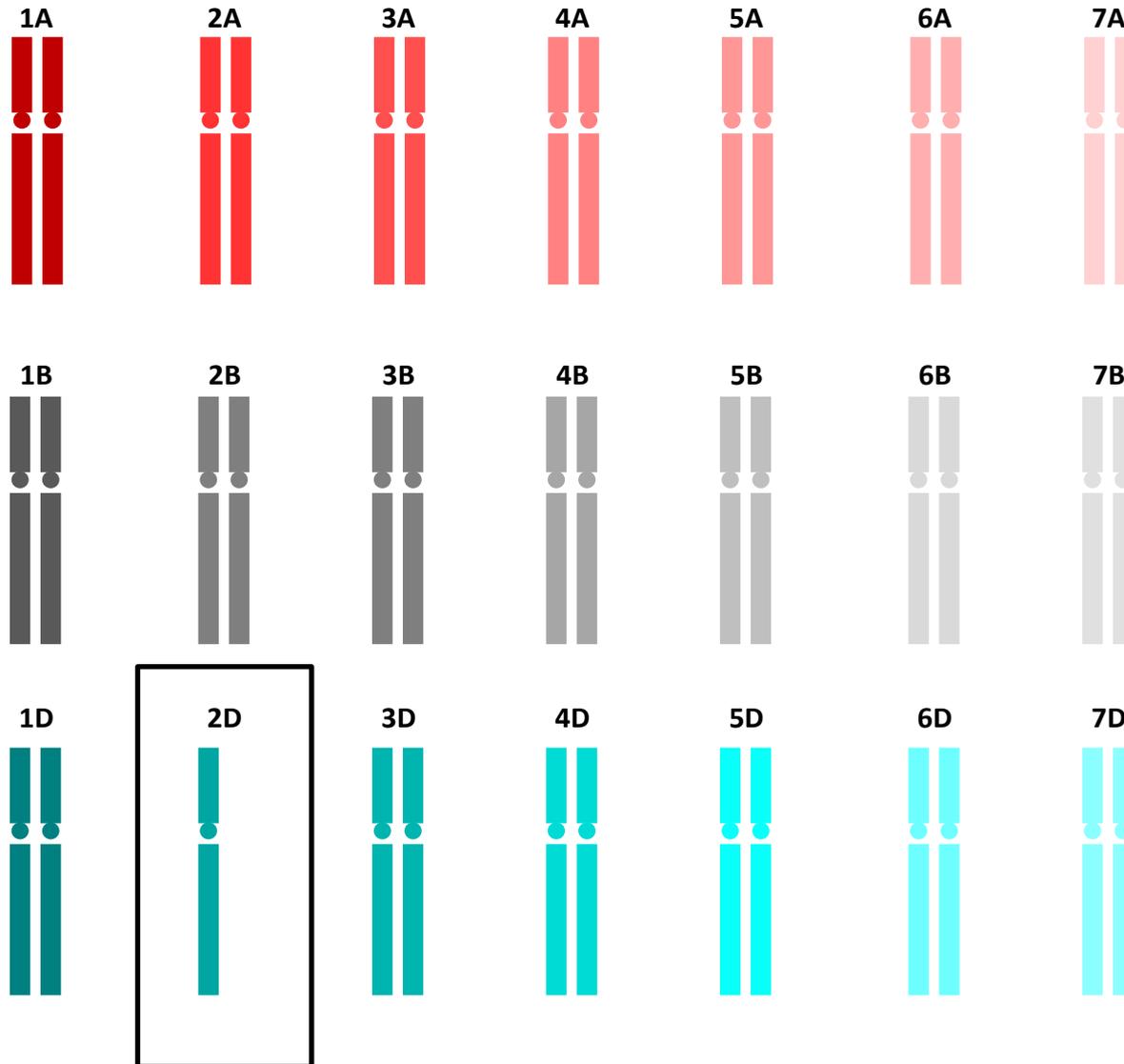
Нормальный хромосомный набор мягкой пшеницы

$2n = 42$



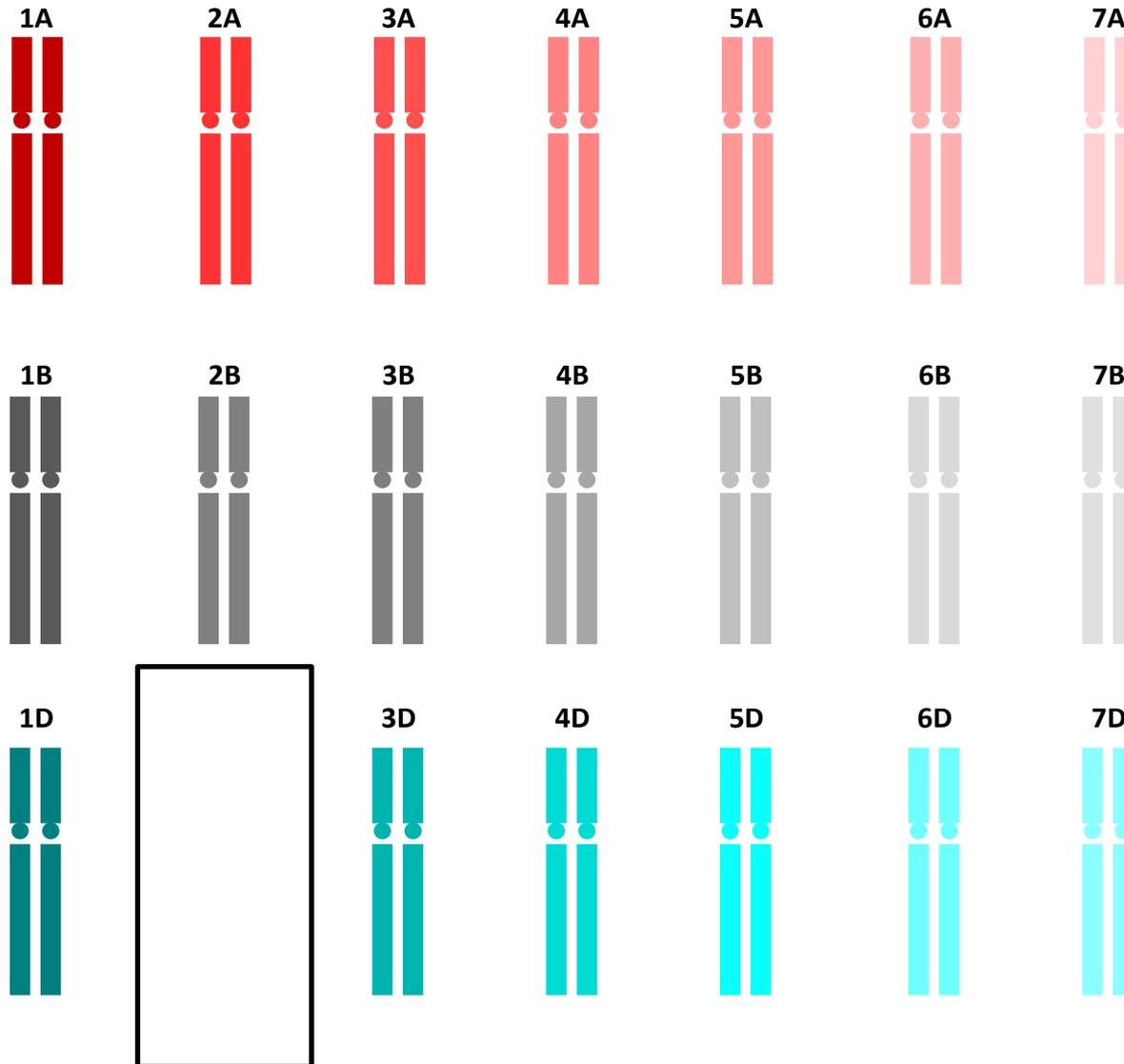
Хромосомный набор моносомной линии

$$2n = 40 + 1$$



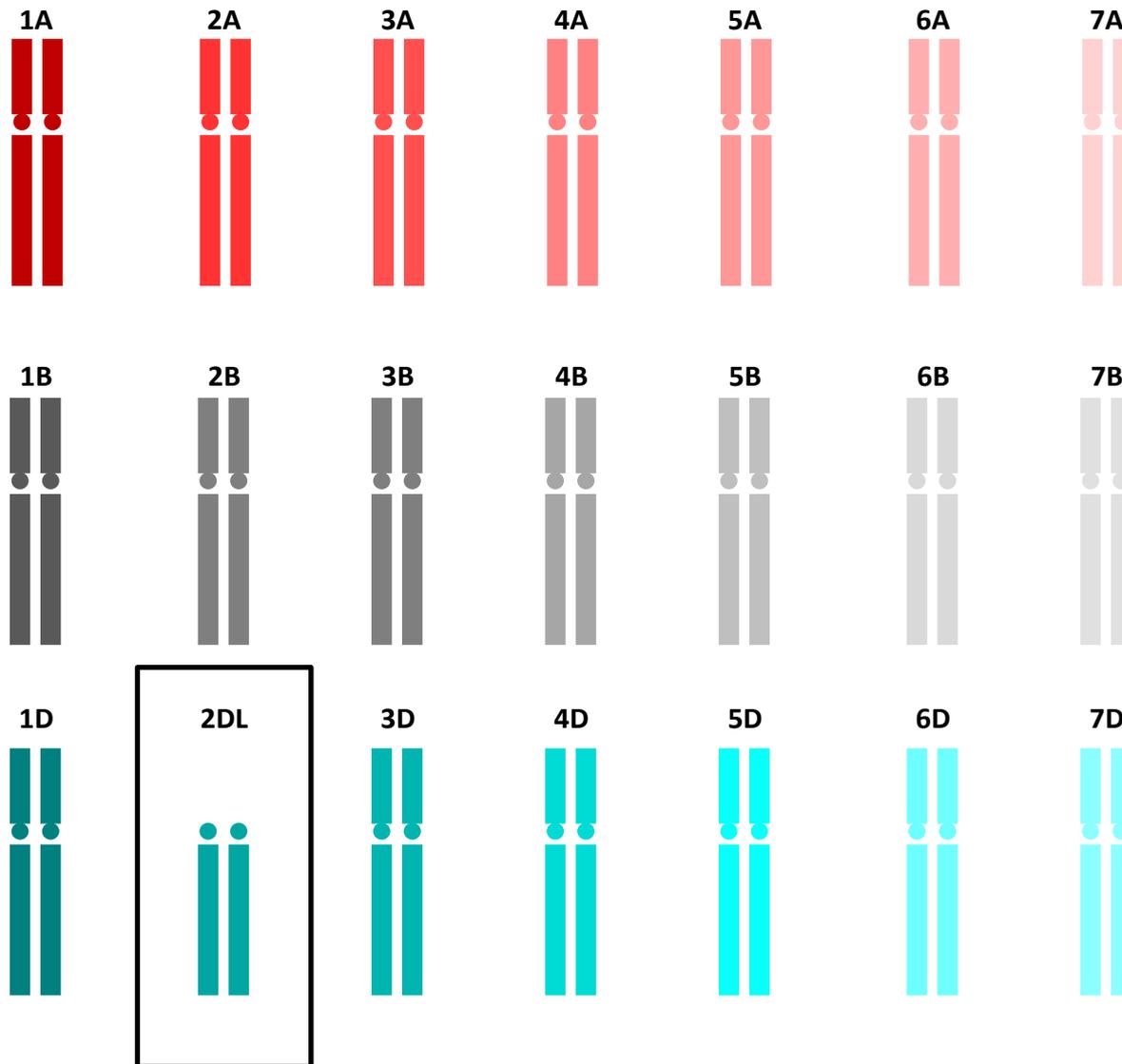
Хромосомный набор нуллисомной линии

$2n = 40$



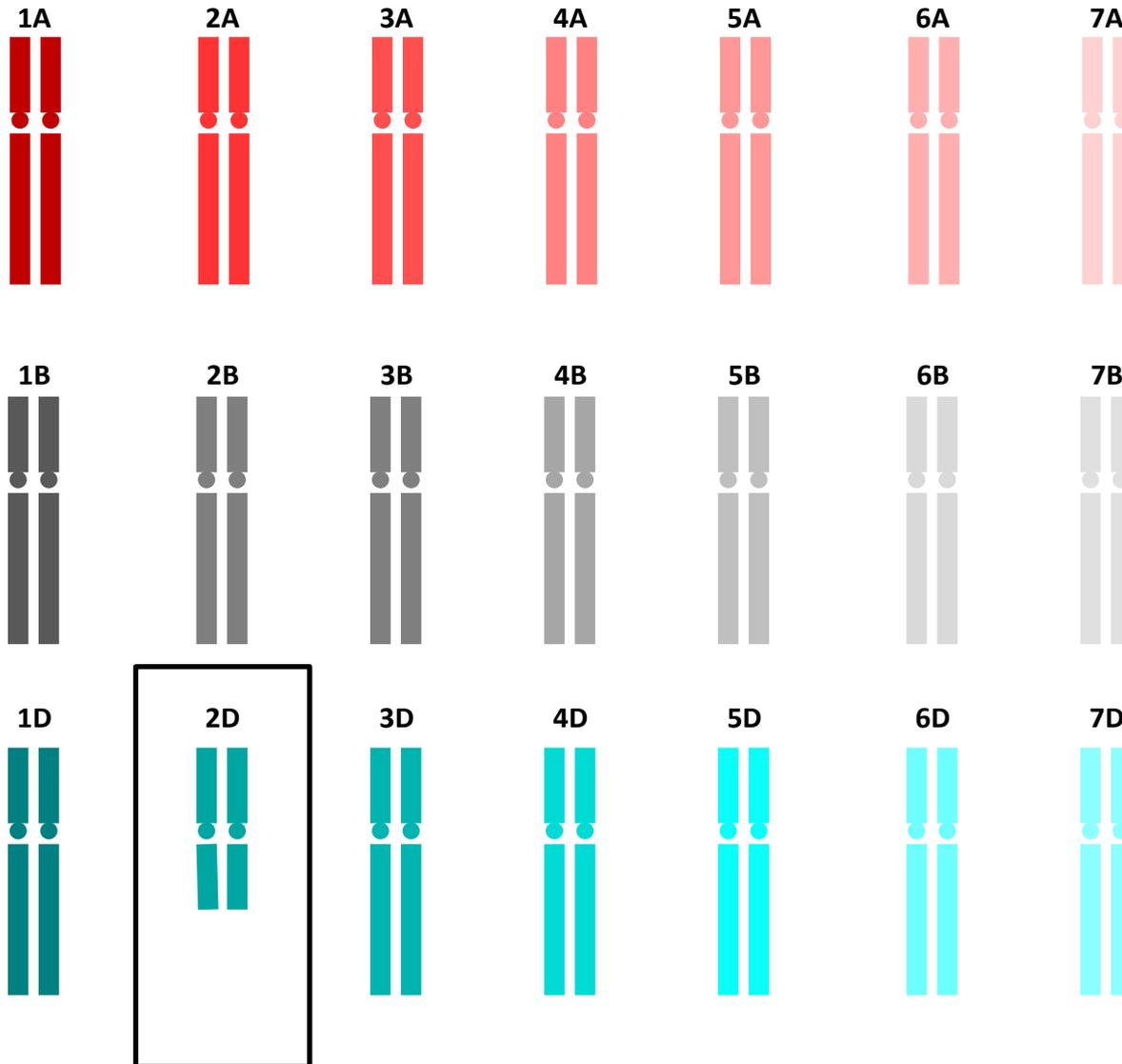
Хромосомный набор дителосомной линии

$2n = 40 + 2dt$



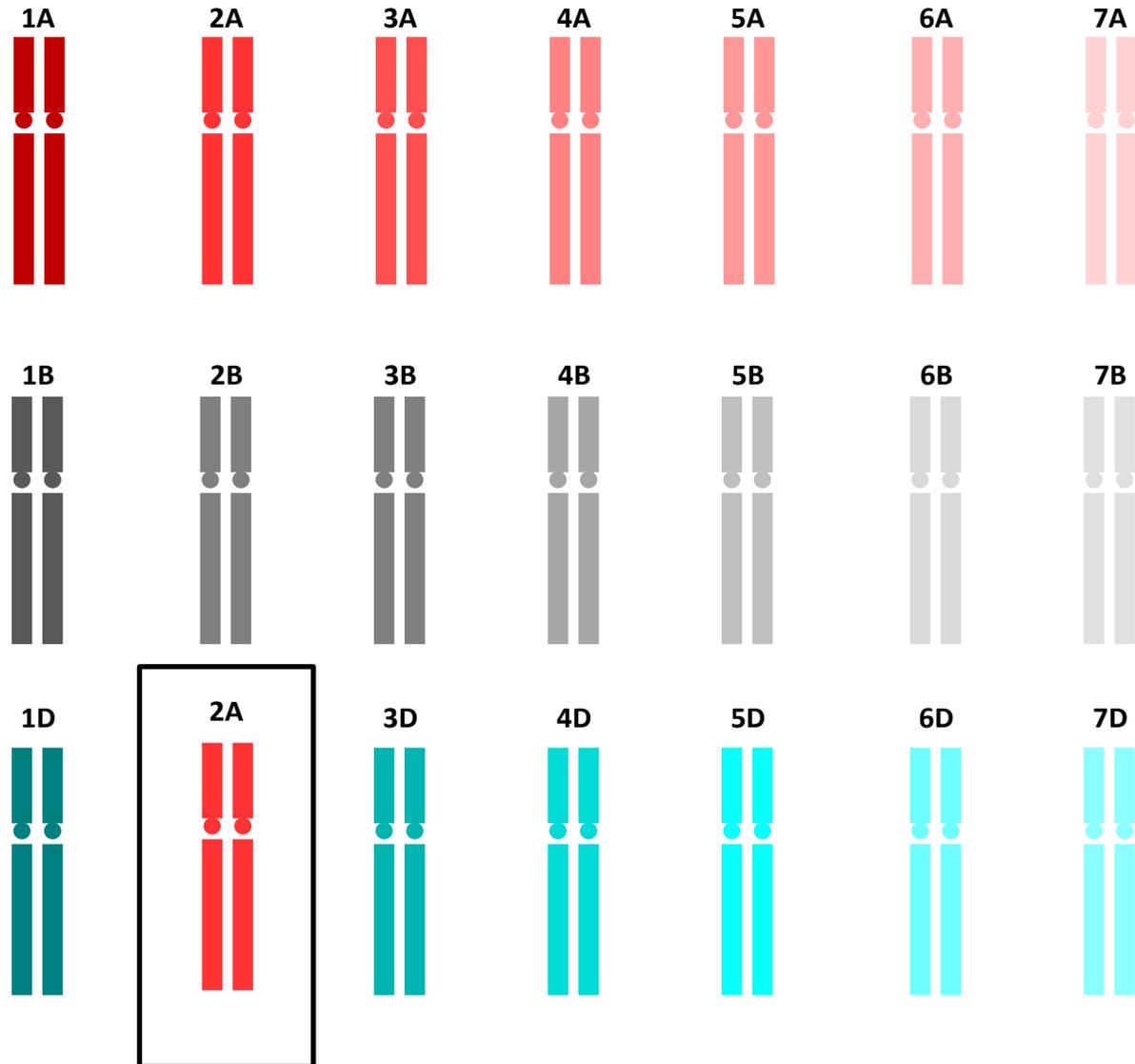
Делеционная линия

$2n = 42$



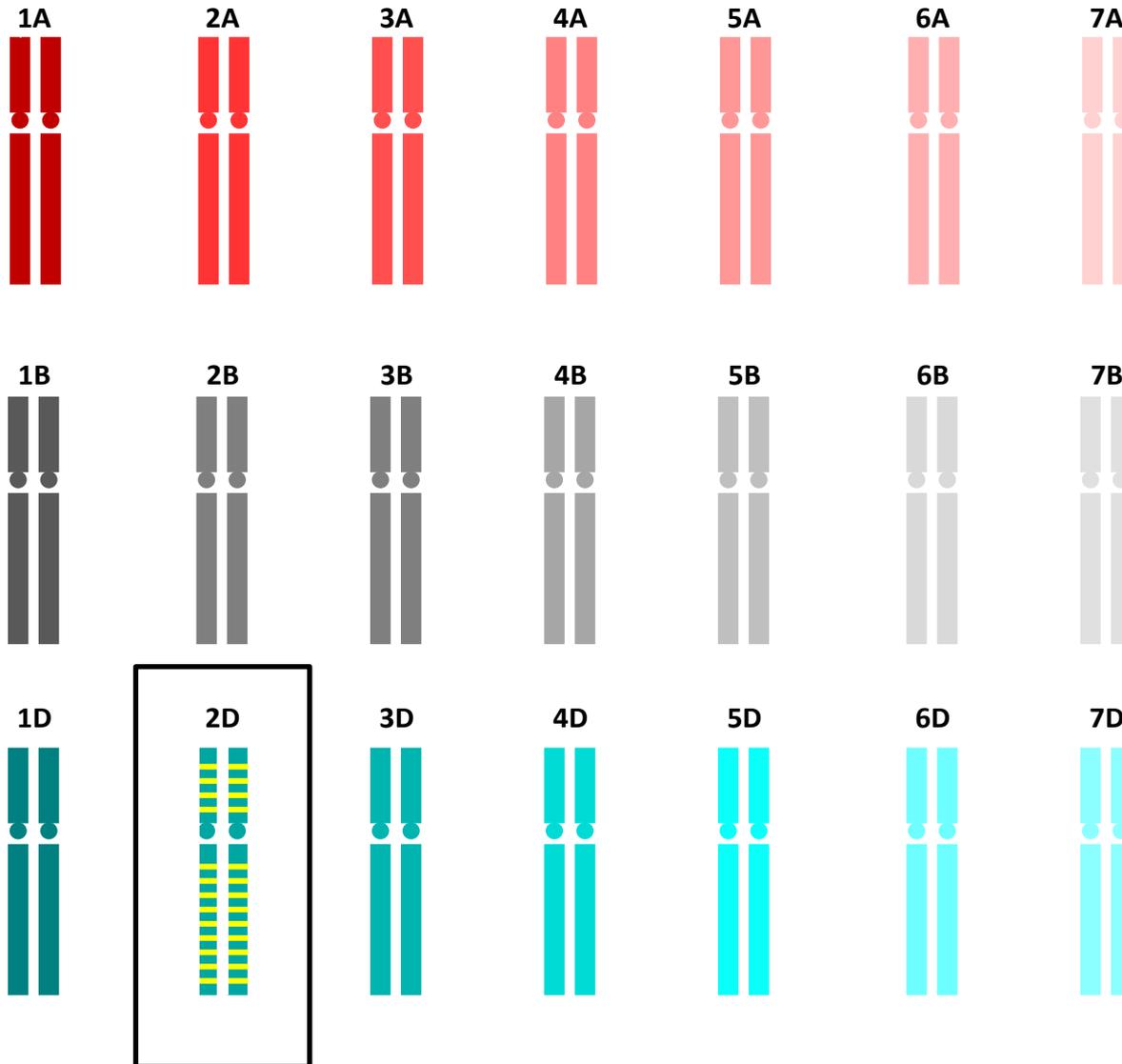
Хромосомный набор нуллитетрасомной линии

$2n = 42$



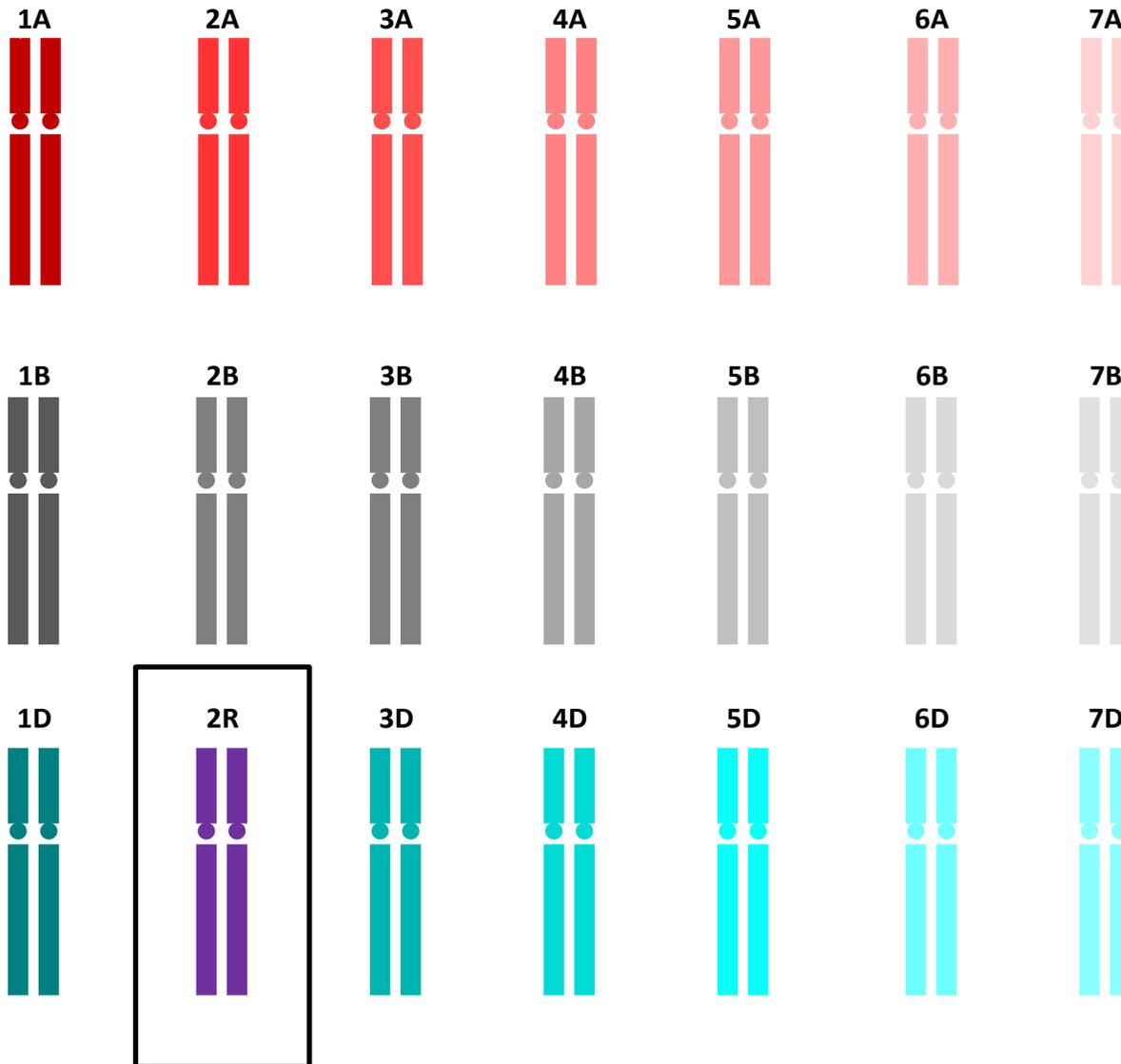
Линия с межсортовым замещением хромосом

$2n = 42$



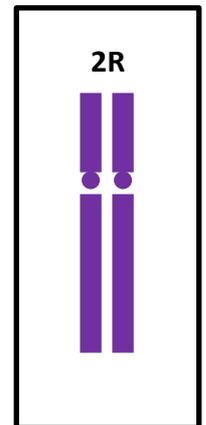
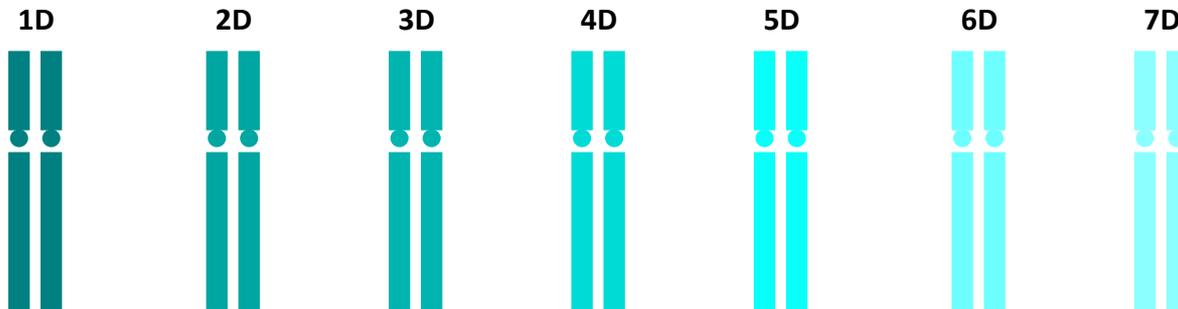
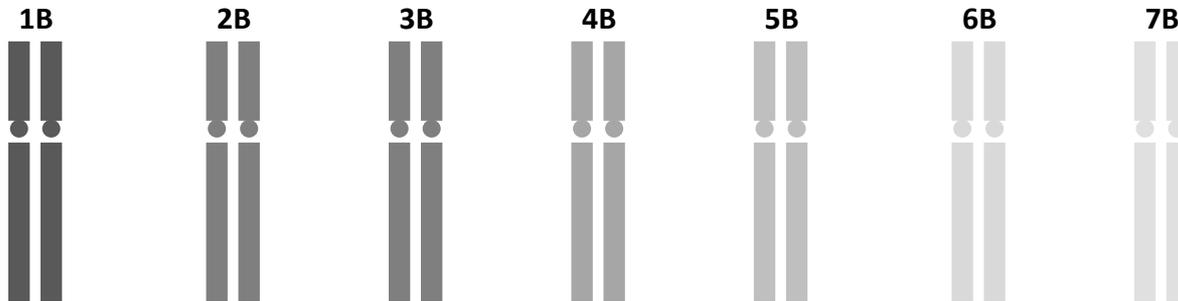
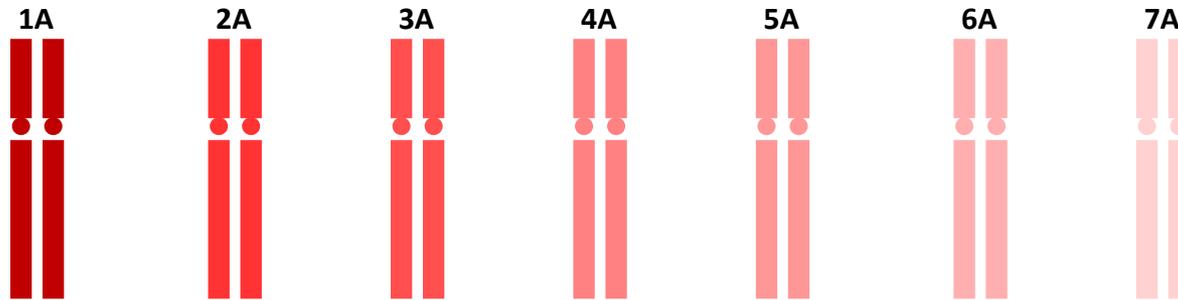
Линия с межродовым замещением хромосом

$2n = 42$



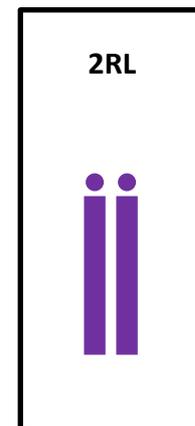
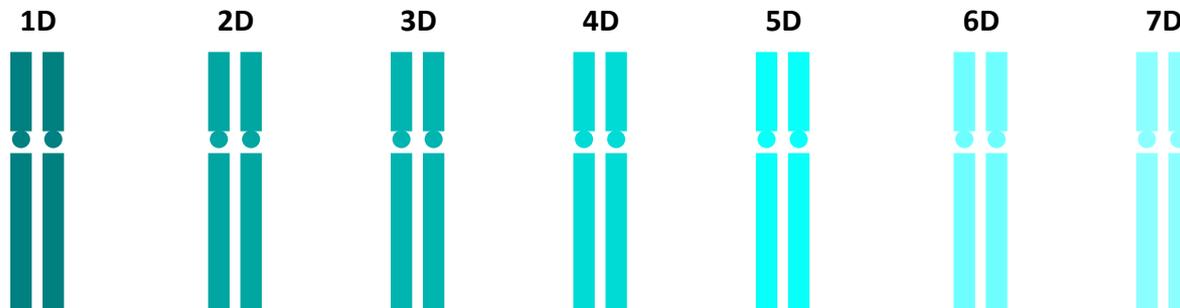
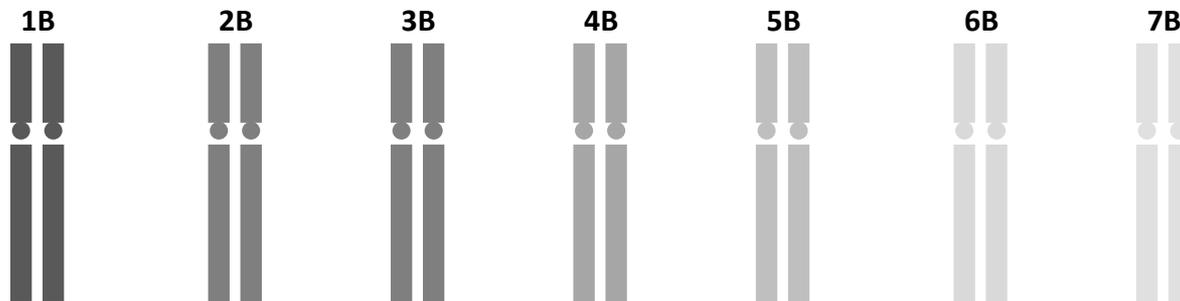
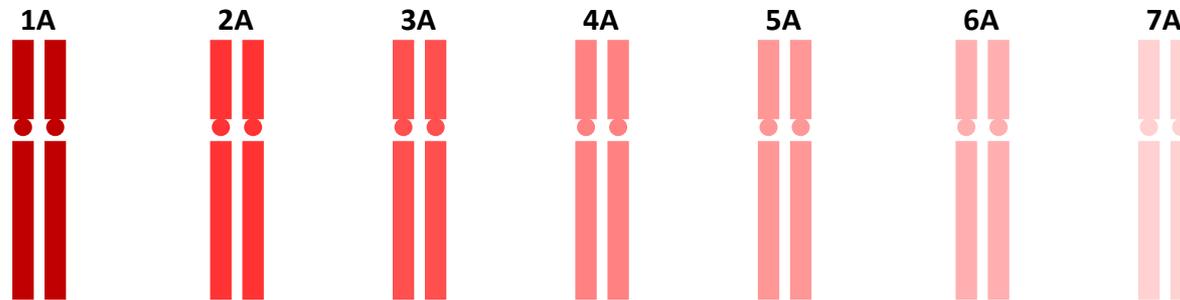
Чужеродно дополненная линия

$2n = 44$



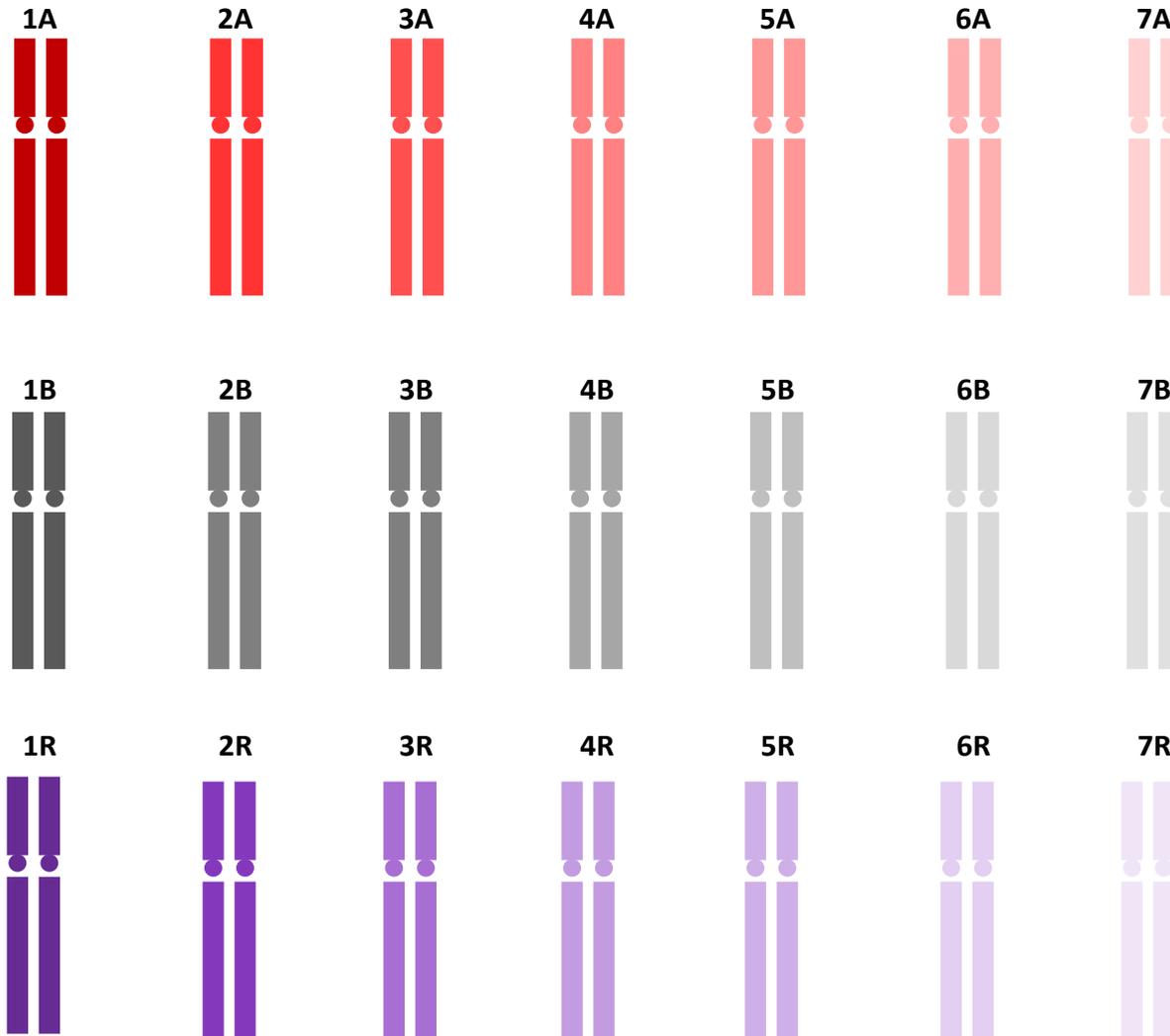
Чужеродно дополненная линия

$$2n = 42 + 2dt$$



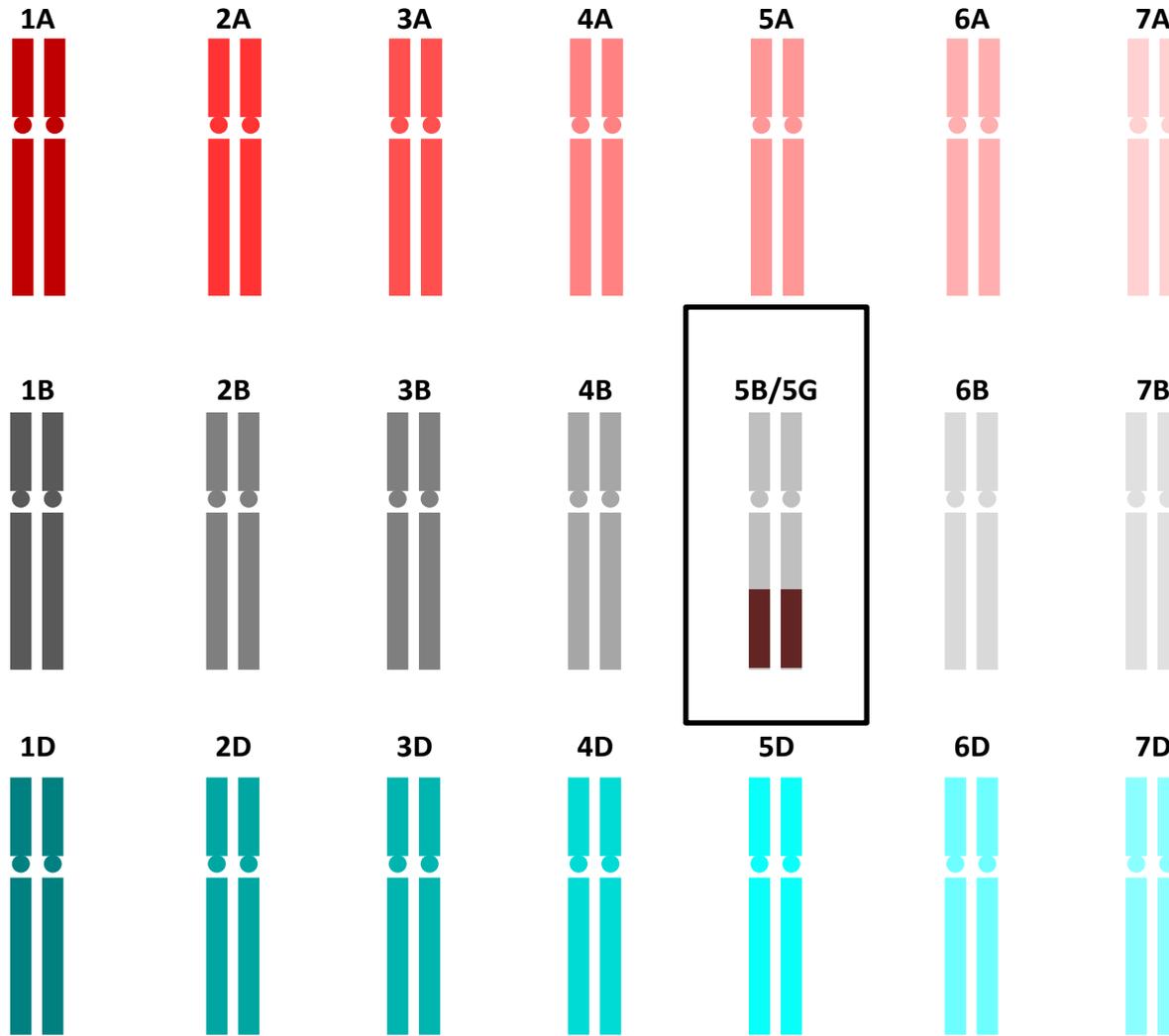
Тритикале

$2n = 44$

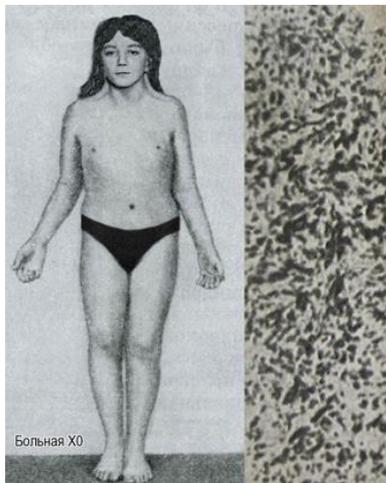


Интрогрессивная линия

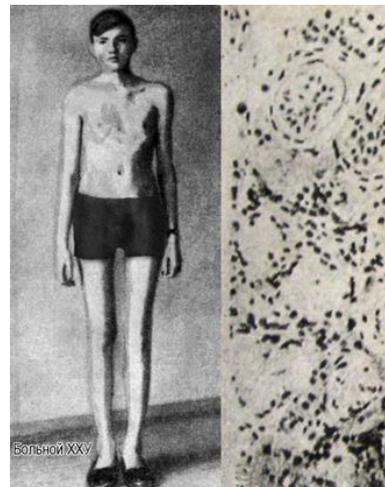
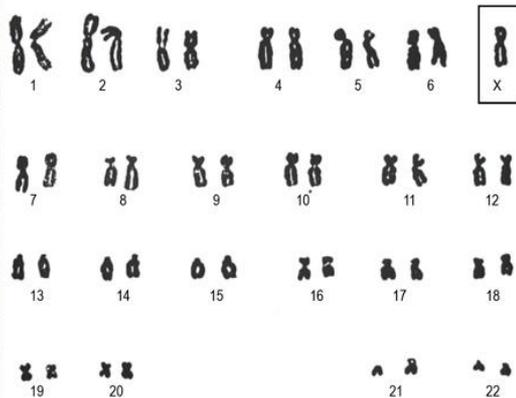
$2n = 42$



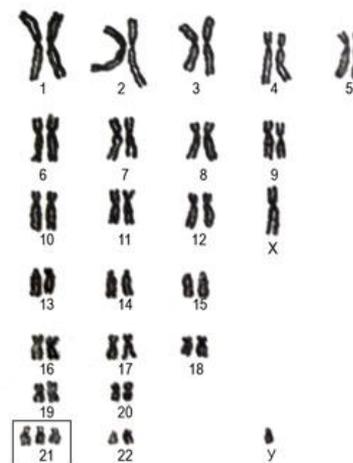
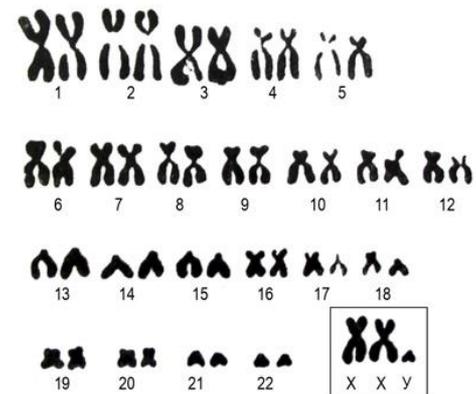
Хромосомные нарушения у человека



Синдром Шерешевского-Тернера, 45 / XO

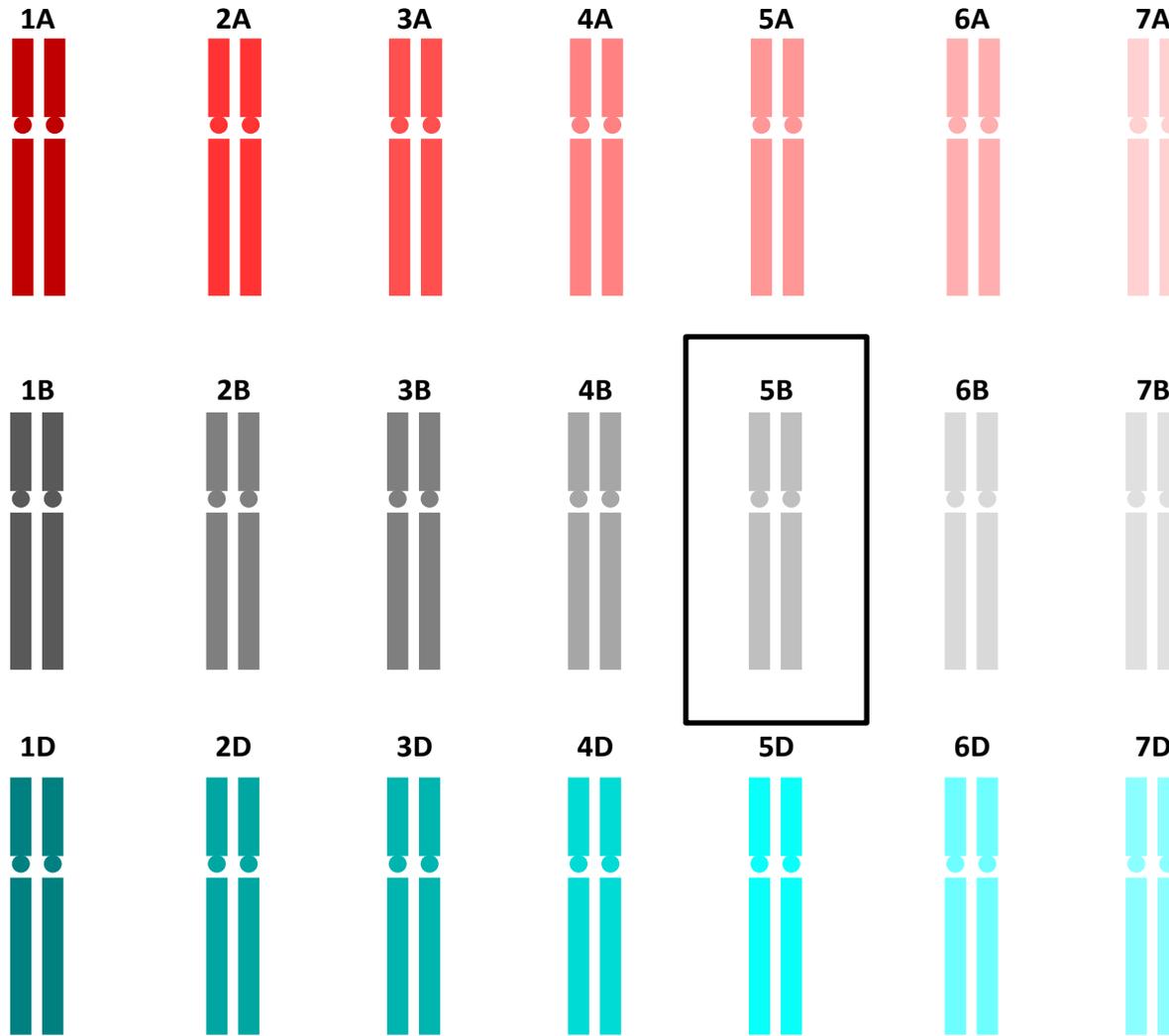


Синдром Клайнфельтера, 47 / XXY



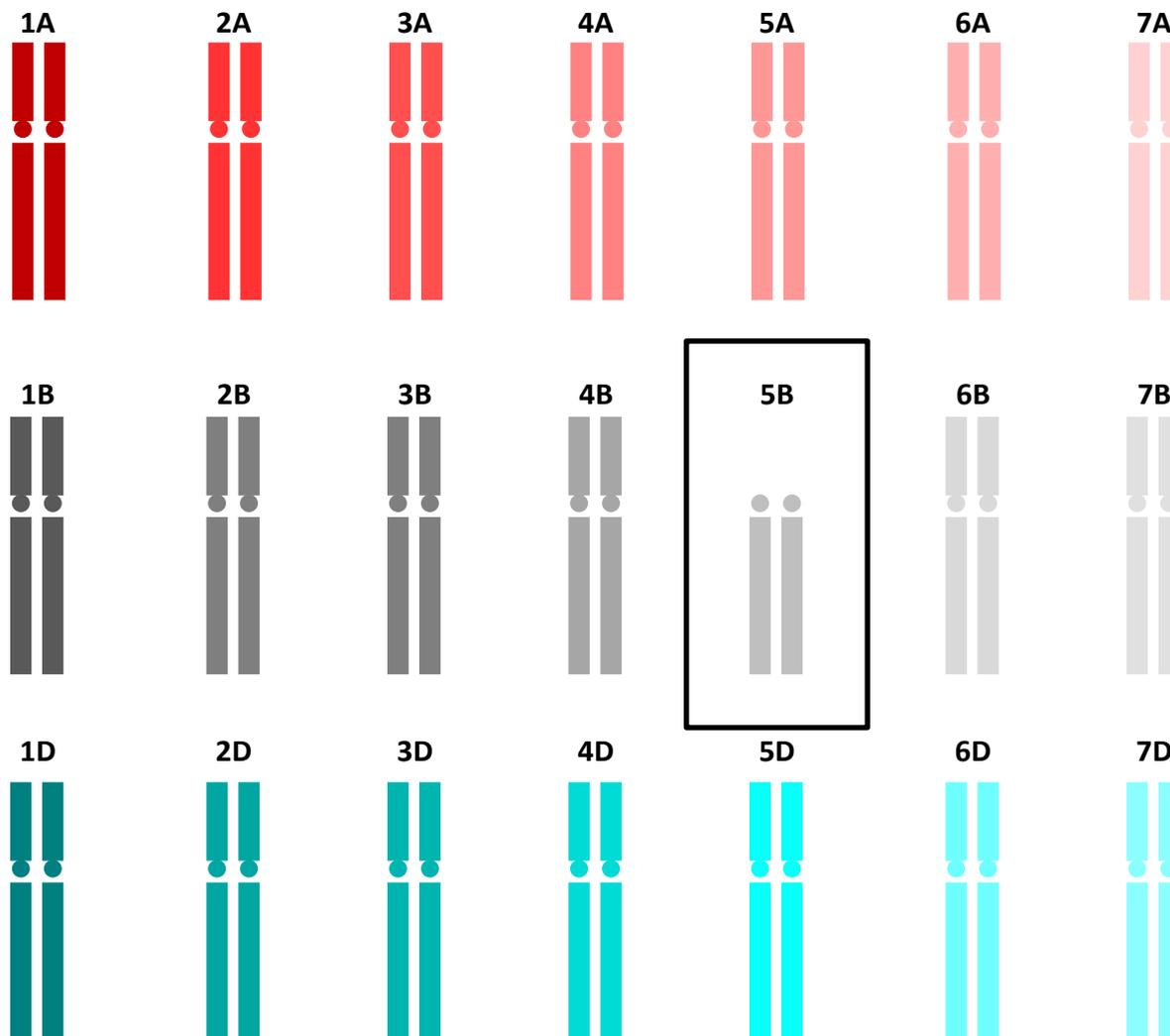
Нормальный хромосомный набор мягкой пшеницы

$2n = 42$



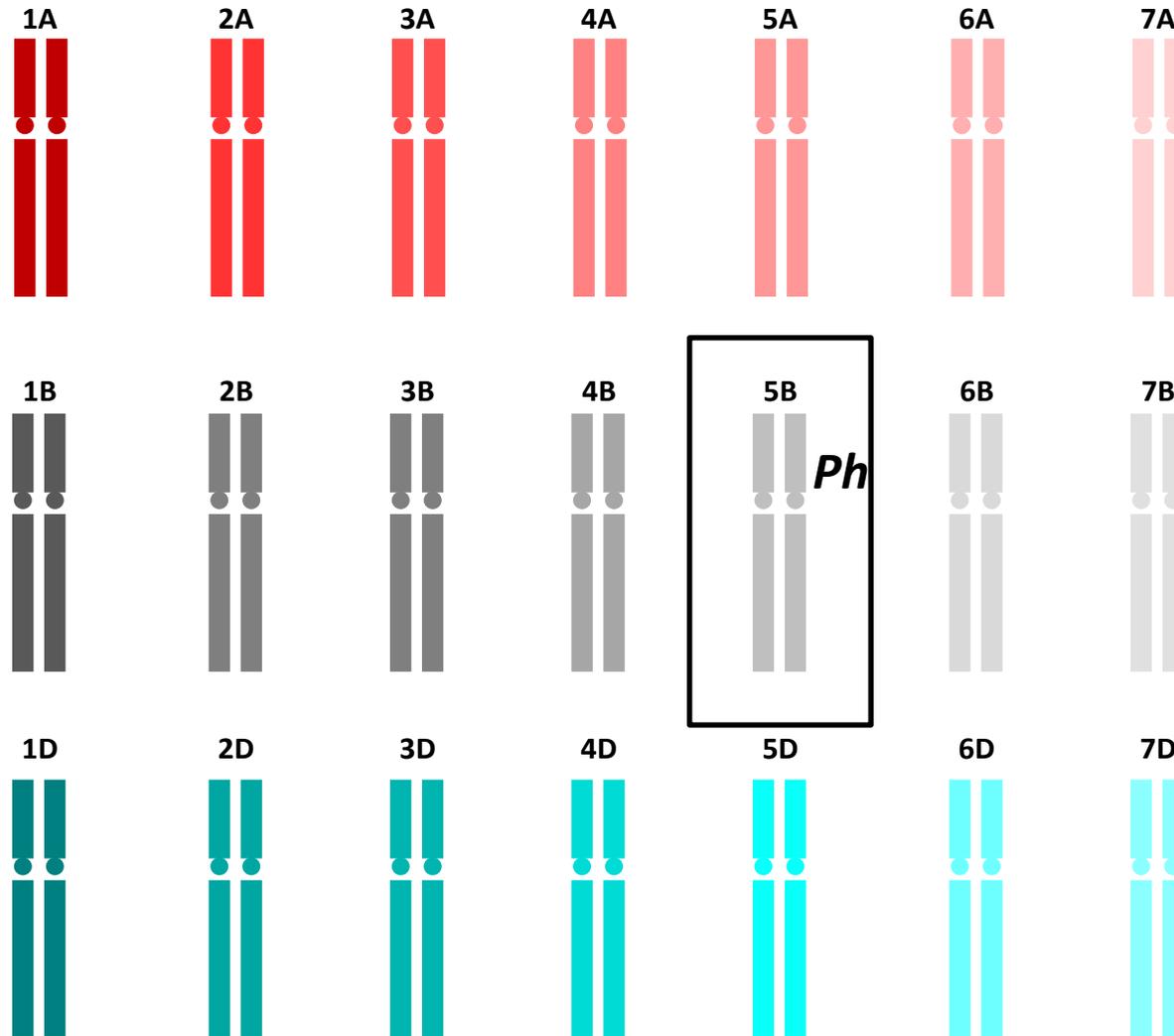
Дителосомная линия пшеницы

$2n = 40+2dt$



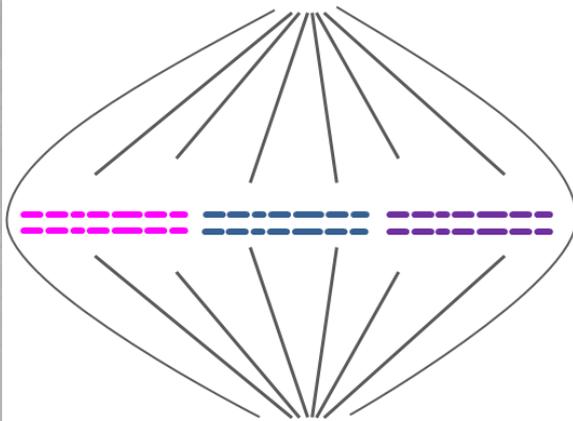
Нормальный хромосомный набор мягкой пшеницы

$2n = 42$

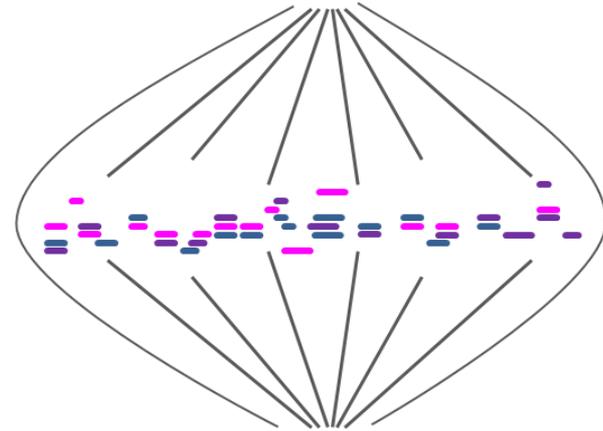


Ph1 – pairing homoeologous 1

**Благодаря гену *Ph1* (pairing homoeologous 1)
в процессе деления клетки происходит
спаривание гомологичных, но не
гомеологичных хромосом**



Спаривание гомологичных хромосом



Мутации по гену *Ph1* приводят к спариванию гомеологичных хромосом и нарушению клеточного деления

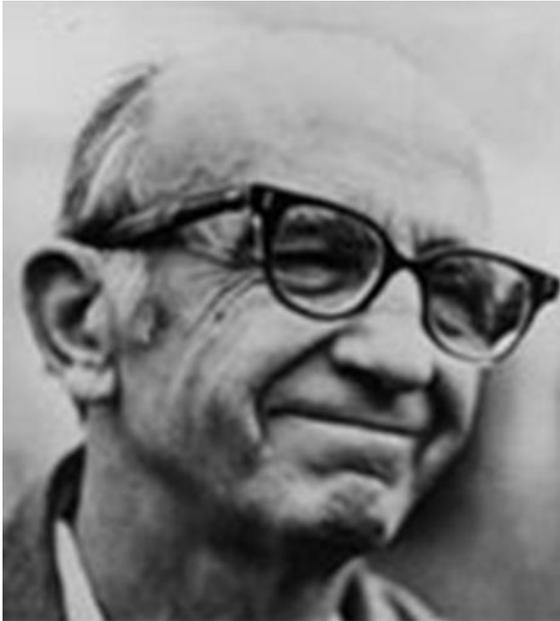
Анеуплоидные и другие цитологически маркированные линии

- ❖ Нуллисомные линии
- ❖ Моносомные линии
- ❖ Дителосомные линии
- ❖ Нуллитетрасомные линии
- ❖ Линии с межсортовым замещением хромосом
- ❖ Линия с межродовым замещением хромосом
- ❖ Чужеродно дополненные линии
- ❖ Интрогрессивные линии
- ❖ Делеционные линии

Ernest Robert SEARS (1910 - 1991)

Эрнест Роберт СИРС

15 октября 1910 г. - 15 февраля 1991 г.



1932 – степень бакалавра, Орегонский государственный колледж

1934 – магистр, Гарвардский университет

1936 – Ph.D., Гарвардский университет

1964 – член Национальной академии наук США

1978 – Президент Генетического общества США

ЗАЛОЖИЛ ОСНОВЫ

ХРОМОСОМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

ПШЕНИЦЫ

Ernest Robert SEARS

GENETICS 24: 509 July 1939

CYTOGENETIC STUDIES WITH POLYPLOID SPECIES OF WHEAT. I. CHROMOSOMAL ABERRATIONS IN THE PROGENY OF A HAPLOID OF TRITICUM VULGARE¹

E. R. SEARS*

*United States Department of Agriculture, Columbia, Missouri*²

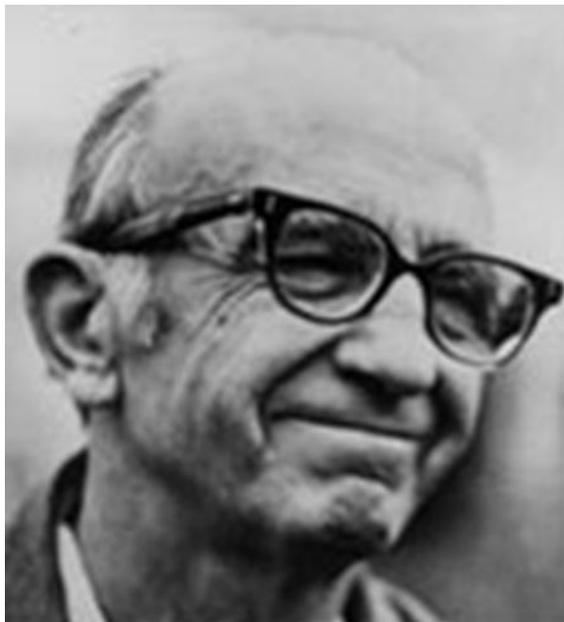
Received February 13, 1939

INTRODUCTION

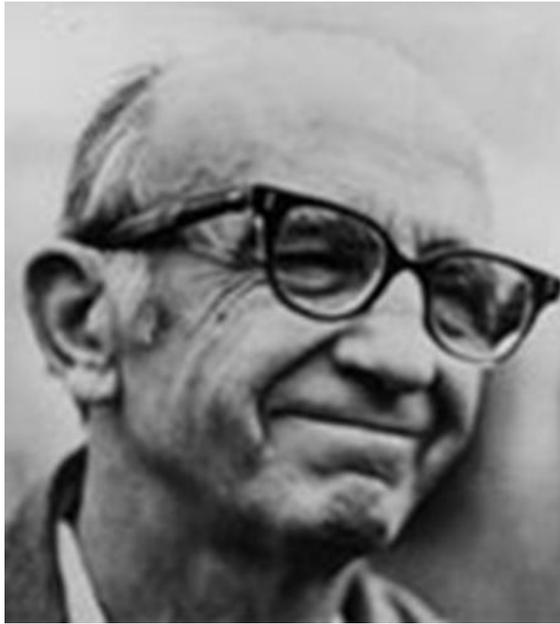
THE usual methods of genetic analysis lose much of their efficiency when applied to polyploid organisms, where duplicate factors tend to mask recessive gene mutations, and where the large number of chromosomes greatly increases the difficulty of determining linkages. A different way of analyzing polyploids is being tried with *Triticum vulgare*. This method is based on the fact that whole-chromosome deficiencies and duplications are viable in *T. vulgare*, and that these aberrations, as well as reciprocal translocations, can be obtained from haploids of this polyploid species. The origin and possible uses of two reciprocal translocations and a number of whole-chromosome aberrants from a haploid of *T. vulgare* will be discussed in this paper.

75 лет назад

«Обычные методы генетического анализа мало эффективны в отношении полиплоидных организмов, в которых дублированные факторы, как правило, маскируют рецессивные мутации в генах, а большое количество хромосом существенно усложняет определение сцепления. На пшенице предпринимаются попытки анализа полиплоидов другим путем, с помощью метода, основанного на том, что в отсутствие целых хромосом или при их дубликации сохраняется жизнеспособность...»



Эрнест Роберт СИРС



GENETICS 29: 332 May 1944

CYTOGENETIC STUDIES WITH POLYPLOID SPECIES OF WHEAT. II. ADDITIONAL CHROMOSOMAL ABERRATIONS IN TRITICUM VULGARE¹

E. R. SEARS

U. S. Department of Agriculture, Columbia, Missouri

Received October 22, 1943

INTRODUCTION

MONOSOMES are very useful in the genetic analysis of a species, as CLAUSEN (1941a) has pointed out, since they greatly facilitate the locating of genes on the chromosomes. The loss of an entire chromosome from a strictly diploid organism, however, is too deleterious to be tolerated; and thus the method of monosomic analysis is possible only in polyploid organisms, where the added chromosomes tend to counteract the effects of chromosome losses.

Of still greater value for genetic analysis where they can be obtained are nullisomes, which are deficiencies for both members of a pair of chromosomes. Only in the higher polyploids, however, such as the allohexaploid *Triticum vulgare* ($n=21$), common wheat, are nullisomics viable.

During the past several years, numerous nullisomes, tetrasomes, and other aberrations have been accumulated in *T. vulgare*. An account of the origin of part of this material was given in the previous paper of this series (SEARS 1939), and a brief description of seven nullisomics was published in 1941. The present report aims to bring the account up to date. More detailed presentation of some of the data will be made in subsequent papers.

70 лет назад

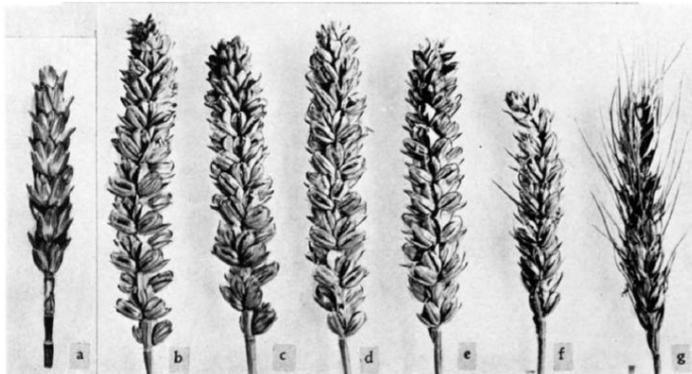
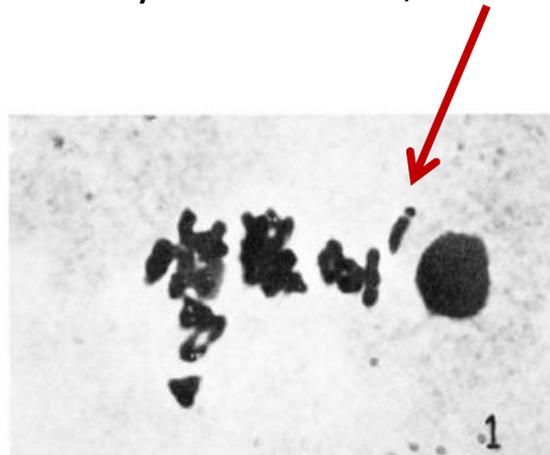


FIG. 2 (below). Spikes showing ability of tetrasome II to compensate for nullisome XX. (a) Nulli-XX, (b) mono-XX, (c) mono-XX, tri-II, (d) normal, (e) nulli-XX, tetra-II, (f) tri-II, (g) tetra-II. All $\times 0.625$

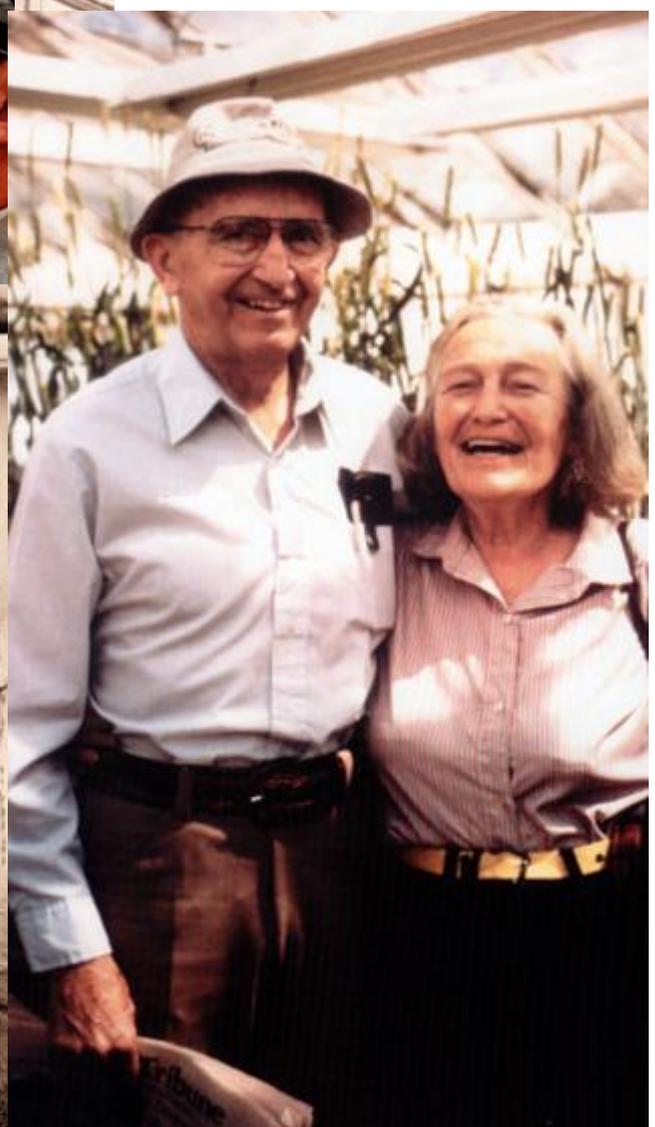
Получение анеуплоидных линий

По Sears 1939 Genetics

- 1) Опыление пшеницы рожью.
- 2) Выявление в потомстве гаплоидных форм пшеницы.
- 3) Опыление гаплоидных форм диплоидными формами пшеницы.
- 4) Цитологический анализ потомства.
- 5) Отбор форм с различными нарушениями в мейозе.
- 6) Цитологический анализ потомков от самоопыления отобранных форм – выявление нуллисомиков, моносомиков и т.д.



Эрнест Роберт СИРС



Эрнест Роберт СИРС

HONORARY DEGREE

1970 D.Sc., Göttingen University

AWARDS

- 1951 American Society of Agronomy, Stevenson Award
- 1958 Gamma Sigma Delta National Award for Distinguished Service
- 1958 Hoblitzelle Award for Research in Agricultural Sciences
- 1970 Sigma Xi Research Award
- 1973 Oregon State University, Distinguished Service Award
- 1977 Genetics Society of Canada, Excellence Award
- 1980 Hard Red Winter Wheat Workers, Wheat Science Award
- 1981 National Agribusiness Association, Agricultural Science Award
- 1983 Missouri Academy of Science, Scientist of the Year
- 1986 Wolf Prize in Agriculture
- 1990 University of Missouri, Curators Award for International Service

USDA AWARDS

- 1958 Superior Service Award
- 1980 Distinguished Service Award
- 1987 Science Hall of Fame

EWAC - European Wheat Aneuploid Co-operative

Европейское сообщество по анеуплоидам пшеницы



*Создано по предложению
Colin Law (Колин Ло).*

*Первое совещание EWAC
состоялось в 1967 в Кембридже.*

1 st	1967	Cambridge	UK
2 nd	1970	Weihestephan	Germany
3 rd	1974	Novi Sad	Yugoslavia
4 th	1979	Cambridge	UK
5 th	1981	Wageningen	The Netherlands
6 th	1984	Versailles	France
7 th	1987	Martonvasar	Hungary
8 th	1990	Cordoba	Spain
9 th	1994	Gatersleben	Germany
10 th	1997	Viterbo	Italy
11 th	2000	Novosibirsk	Russia
12 th	2002	Norwich	UK
13 th	2005	Prague	Czech Republic
14 th	2007	Istanbul	Turkey
15 th	2011	Novi Sad	Serbia

EWAS в Новосибирске (21-28 июля 2000 г.),

посвященная Ольге Ивановне Майстренко (1923-1999)



EWAC - European Wheat Aneuploid Co-operative

Европейское сообщество по анеуплоидам пшеницы



*Создано по предложению
Colin Law (Колин Ло).*

*Первое совещание EWAC
состоялось в 1967 в Кембридже.*

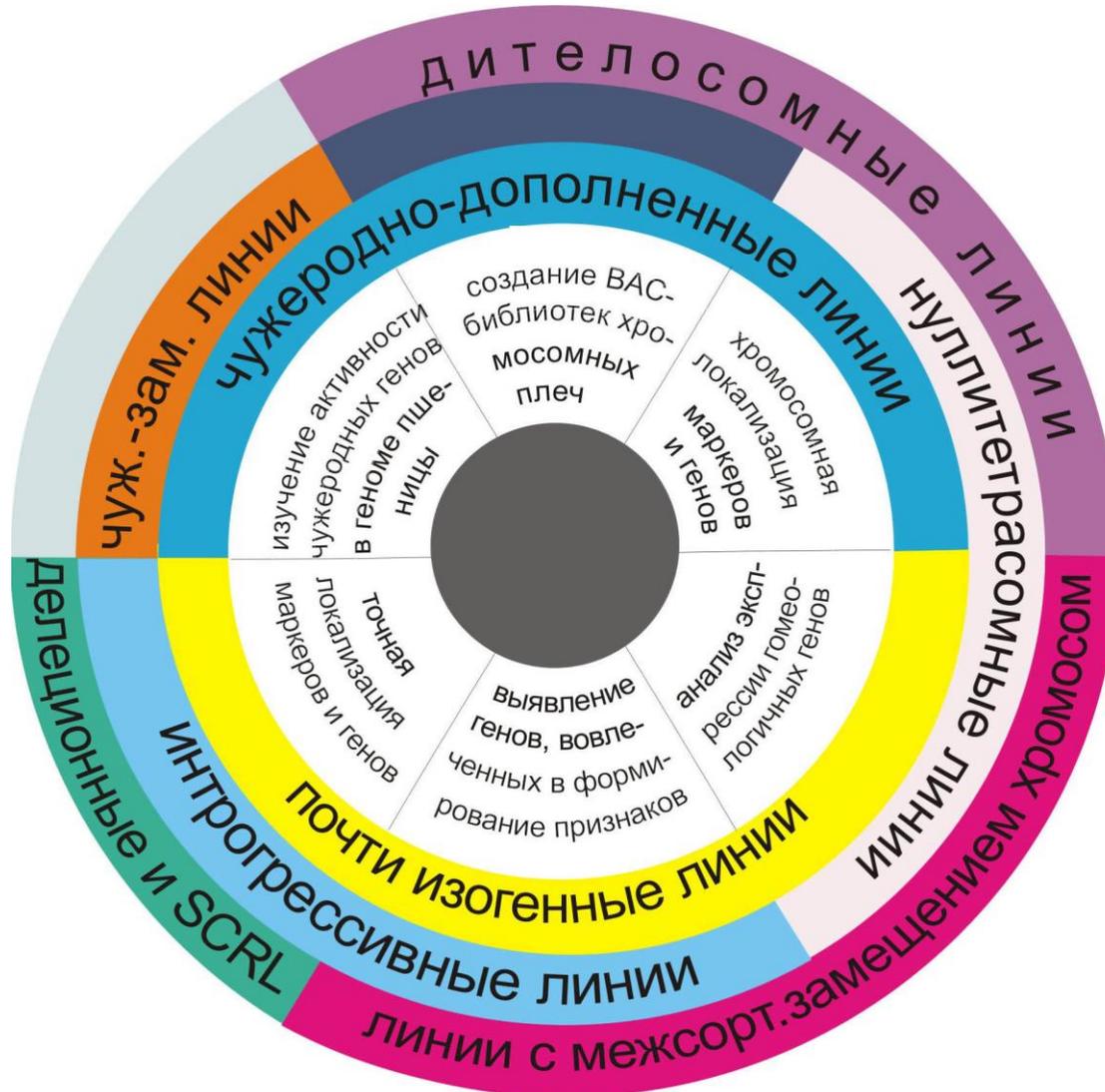
1 st	1967	Cambridge	UK
2 nd	1970	Weihestephan	Germany
3 rd	1974	Novi Sad	Yugoslavia
4 th	1979	Cambridge	UK
5 th	1981	Wageningen	The Netherlands
6 th	1984	Versailles	France
7 th	1987	Martonvasar	Hungary
8 th	1990	Cordoba	Spain
9 th	1994	Gatersleben	Germany
10 th	1997	Viterbo	Italy
11 th	2000	Novosibirsk	Russia
12 th	2002	Norwich	UK
13 th	2005	Prague	Czech Republic
14 th	2007	Istanbul	Turkey
15 th	2011	Novi Sad	Serbia

**спад
интереса**

EWAC - European Cereal Genetics Cooperative

Precise Genetic/Cytogenetic Stocks

Генетически/цитологически маркированные линии



Bikram S. GILL (1943) – Kansas State Un-ty



[K-State Home](#) > [Wheat Genetic and Genomic Resources Center](#) > [Genetic Resources Index page](#) > Genetic Stock

THE WGGRC COLLECTION OF GENETIC STOCKS.

- Alien Addition (370)
- Alien Substitution (231)
- Alloplasmic (8 (midget chromosome = 2))
- Amphiploid (107)
- Aneuploid (293)
- Cultivar (244)
- Deletion (420)
- Duplication (2)
- Germ Plasm (88)
- Mapping populations (50)
- Marker (262)
- Mutant (129)
- Recombinant (6)
- Substitution (intracultivar) (150)
- CIMMYT Synthetics + durum parent lines (258)
- Translocation (159)
- Transgenic (33)

- TOTAL 2,780



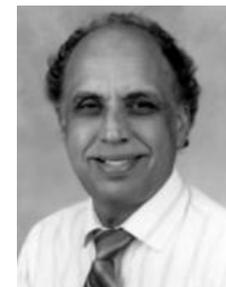
Получение делеционных линий

- 1) Скрещивание пшеницы (*Triticum aestivum*) с *Aegilops triuncialis* или *Ae. cylindrica**
- 2) Получение чужеродно дополненных пшенично-эгилопсных линий.
- 3) Отбор линий, дополненных определенной («гаметоцидной») хромосомой *Aegilops* (хромосома 2).
- 4) Скрещивание отобранной дополненной линии с нормальной пшеницей (в потомстве получают гаметы двух типов: (1) с чужеродной хромосомой и без разрывов хромосом пшеницы; (2) без чужеродной хромосомы, но с разрывами** в хромосомах пшеницы (гаметоцидный эффект).
- 5) Скрещивание с нормальной пшеницей → получение гетерозигот по делециям от гамет, не содержащих чужеродной хромосомы.
- 6) Самоопыление → получение гомозигот по делециям.

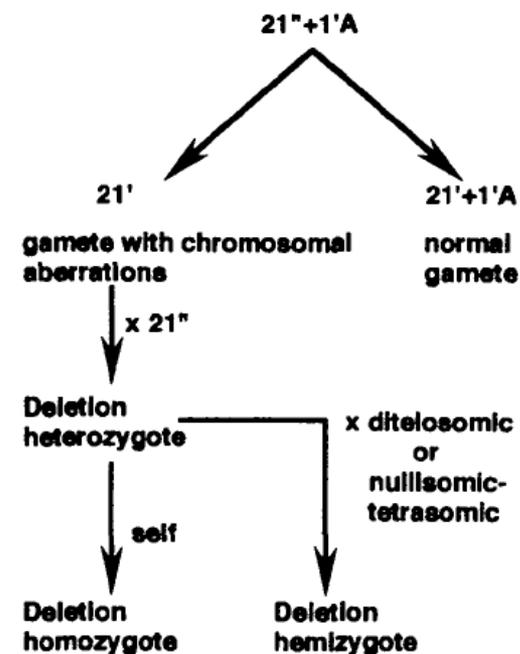
По: Endo&Gill J Heredity 1996



Takashi ENDO



Bikram GILL



**Triticum* и *Aegilops* – два очень близких рода в семействе злаков.

**Разрывы происходят в различных участках разных хромосом, что позволяет получить полный спектр делеционных линий по всем хромосомам пшеницы.

Применение цитологически и генетически маркированных линий сегодня

Mol Breeding
DOI 10.1007/s11032-014-0049-8

REVIEW

Current applications of wheat and wheat–alien precise genetic stocks

Mol Breeding

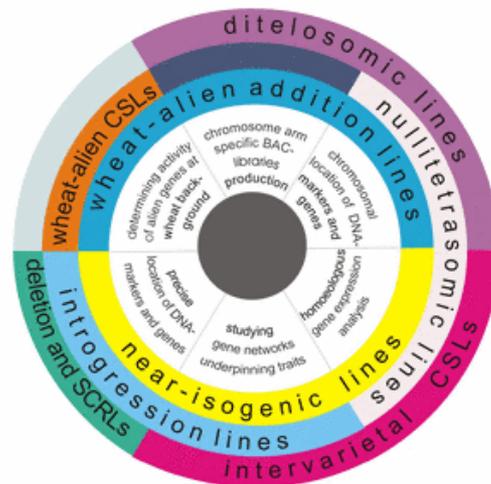


Fig. 1 The main applications of wheat precise genetic stocks and wheat–alien lines (for specific examples see Supplementary Table 1). *SCRLs* single chromosome recombinant lines, *CSLs* chromosome substitution lines

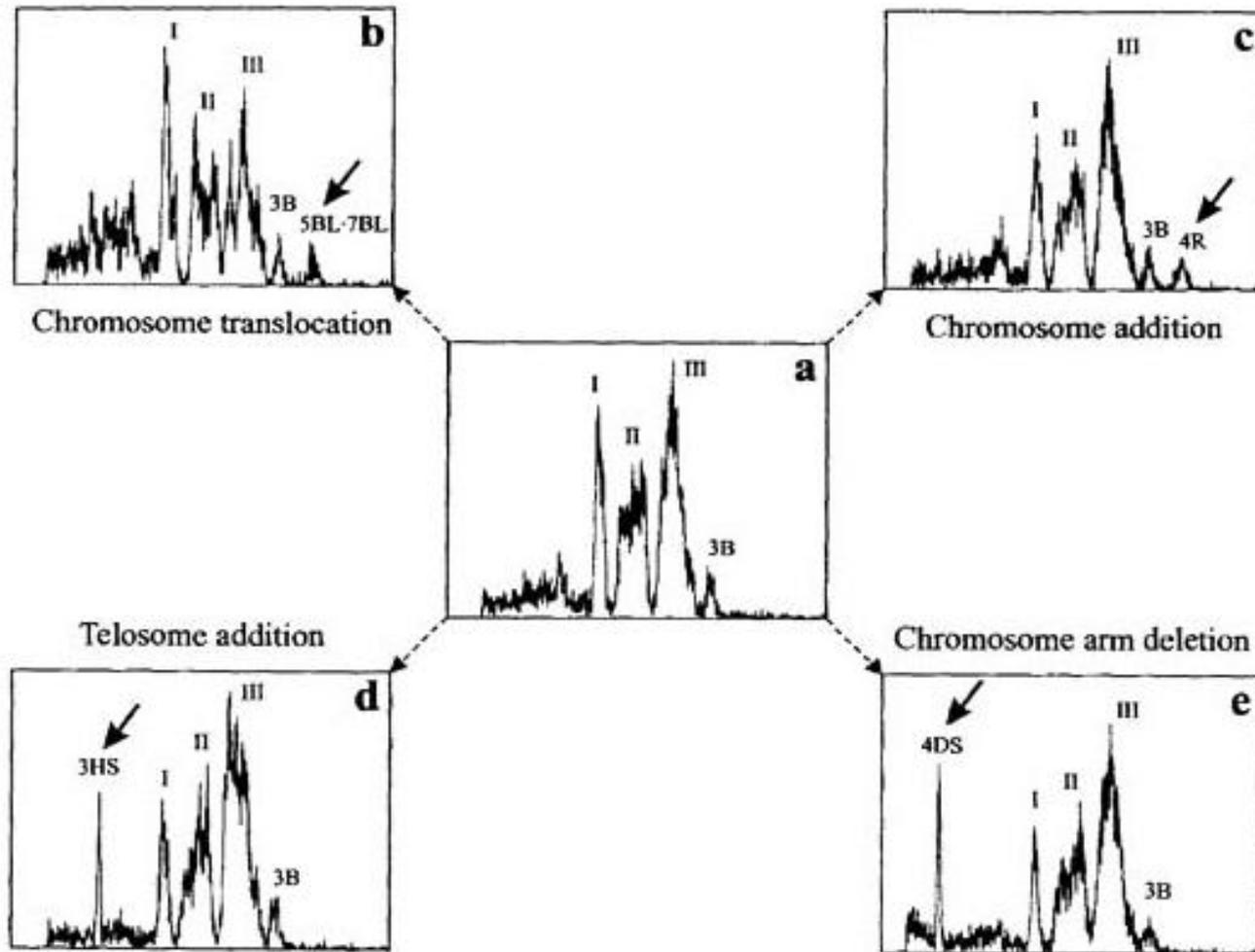
2000; Laikova et al. 2004; Leonova et al. 2004; Ceoloni et al. 2005, 2014; Pestsova et al. 2006; Iqbal et al. 2007; Cao et al. 2011; Gill et al. 2011; Chen et al. 2013; Du et al. 2013a, b; Timonova et al. 2013; Molnar-Lang et al. 2014; <http://www.k-state.edu/wgrc/Germplasm/Stocks/stocks.html>) have been generated. Single chromosome recombinant lines (SCRLs) have proved to be of particular utility for the genetic dissection of quantitative traits (Supplementary Table 1); these lines are derived from intervarietal single chromosome substitution lines. Ditelosomic and alien addition lines have found a use in creating chromosome-specific bacterial artificial chromosome (BAC) libraries (Doležel et al. 2012), which have underpinned the acquisition of the whole genome sequence of wheat. Some of the precise genetic stocks have been exploited for functional genetics studies (Fig. 1; Supplementary Table 1).

Wheat nullitetrasonic, ditelosomic and deletion lines

Применение цитологически и генетически маркированных линий



Кариотипы различных линий пшеницы – анализ методом проточной цитофлуориметрии



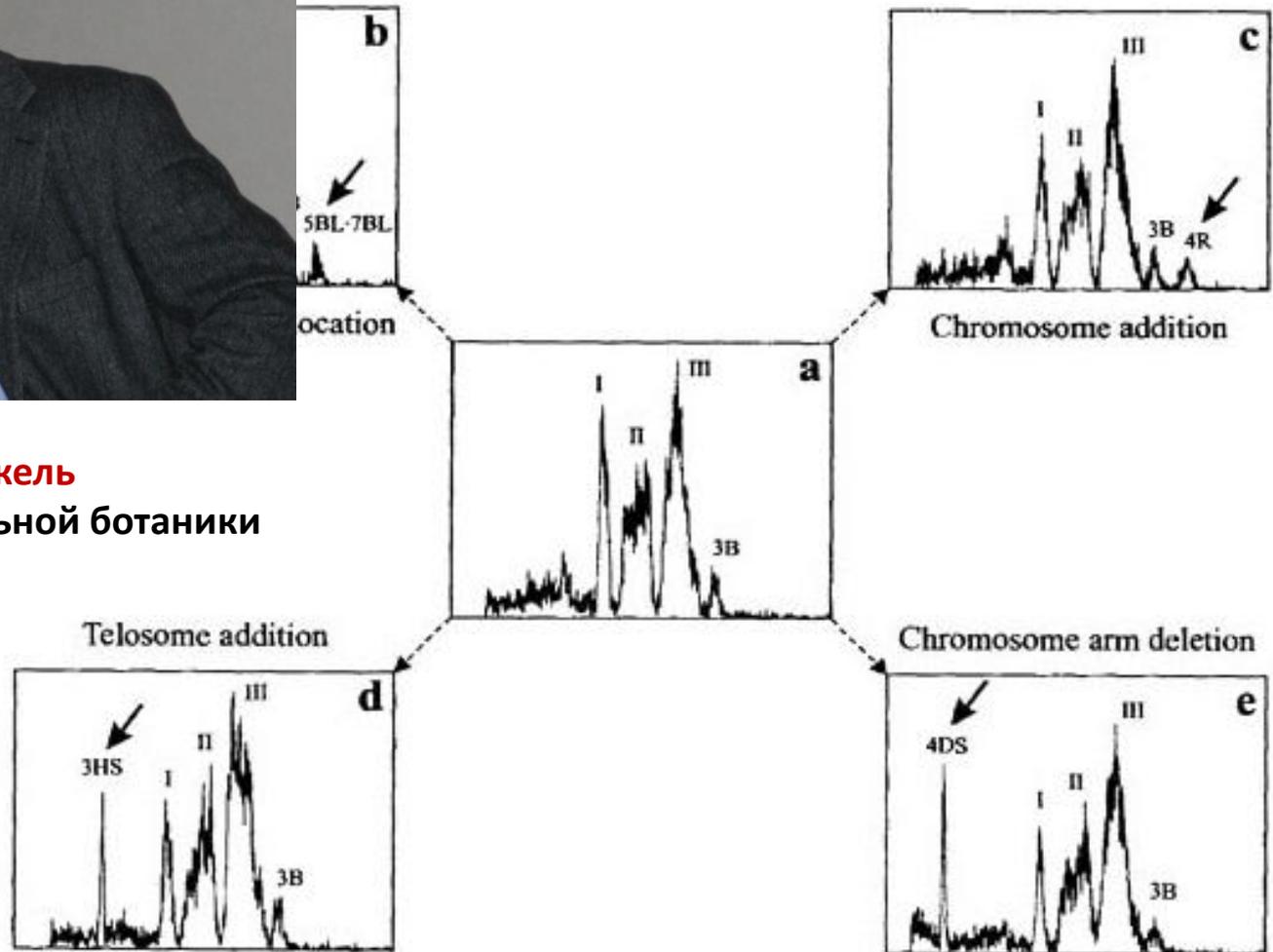
Dolezel et al. 2006 (eWIS)

Кариотипы различных линий пшеницы – анализ методом проточной цитофлуориметрии

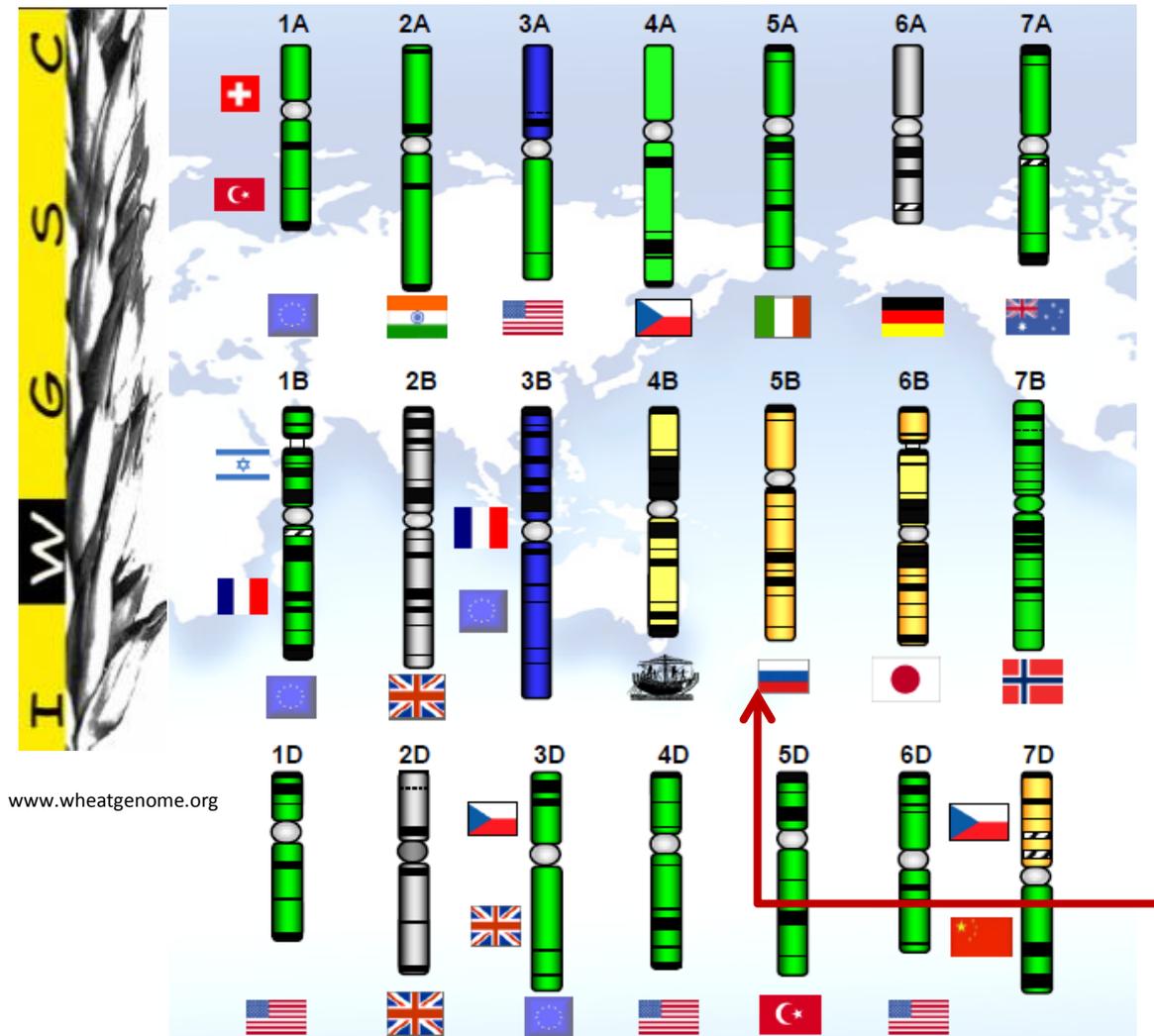


Ярослав Долежелъ

Институт экспериментальной ботаники
(Чехия)



Похромосомное секвенирование генома пшеницы

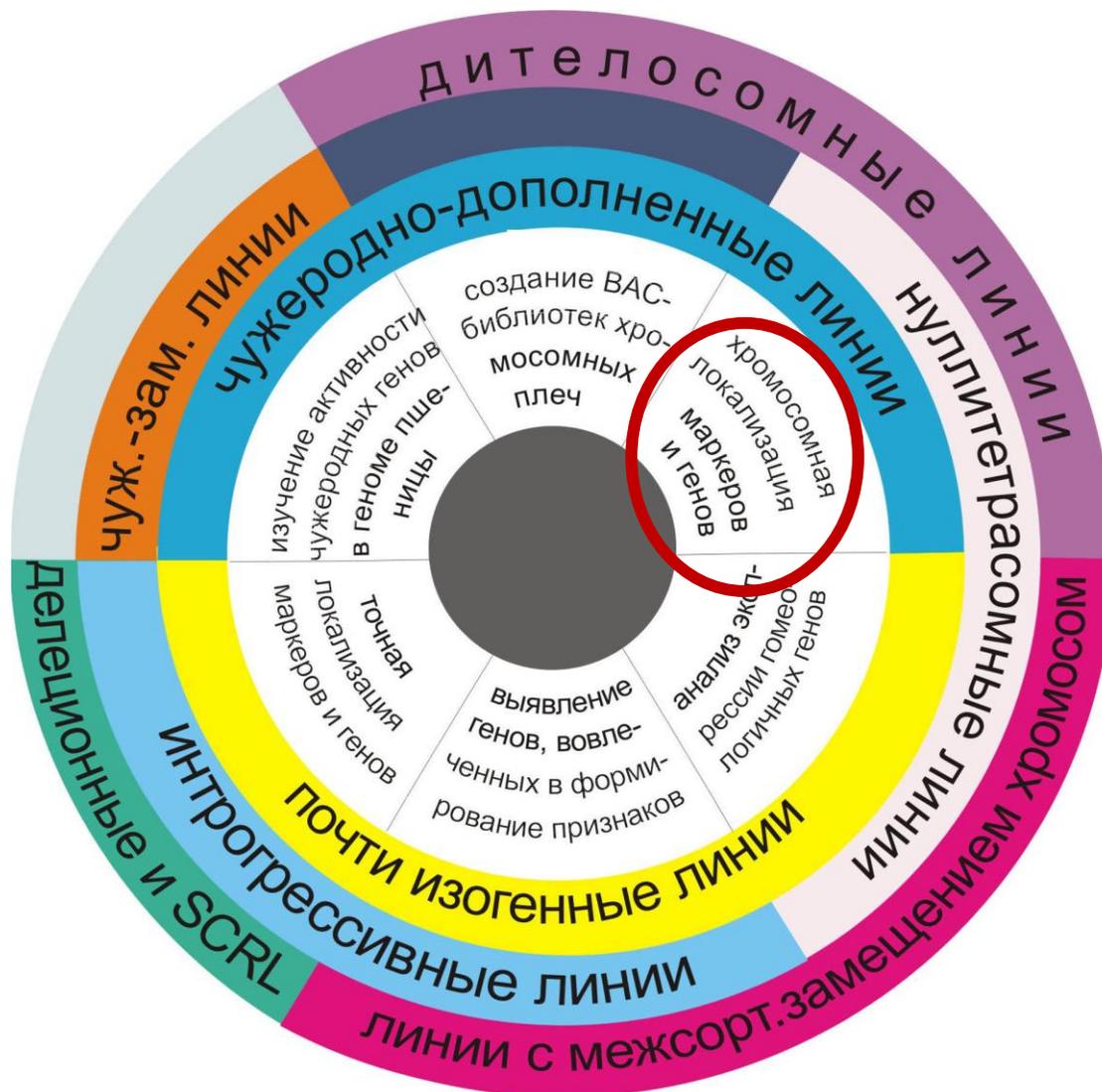


www.wheatgenome.org

Лаборатория молекулярной генетики и цитогенетики растений (Салина Е.А. и др.)

Для дополнительного чтения: Салина, Бадаева 2013 <http://www.bionet.nsc.ru/vogis/download/17-4/2/20Salina.pdf>

Применение цитологически и генетически маркированных линий



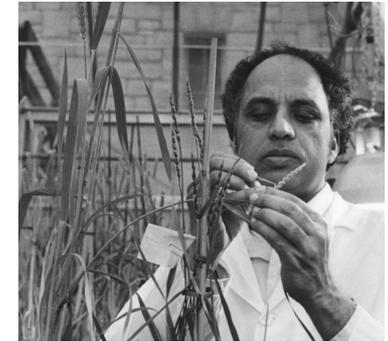
Хромосомная локализация ДНК-маркеров и генов (нуллитетрасомные линии)

Theor Appl Genet (1999) 98: 226–233

© Springer-Verlag 1999

W. L. Li · J. D. Faris · J. M. Chittoor · J. E. Leach
S. H. Hulbert · D. J. Liu · P. D. Chen · B. S. Gill

Genomic mapping of defense response genes in wheat



Chromosome	Defense response genes
1A	<i>Cht22, Cbp1, Chs, Fmt, Pld, Lec</i>
1B	<i>Cht1a, Cht22, Cbp1, Chs, Fmt, Pld, Lec</i>
1D	<i>Cht22, Cbp1, Chs, Fmt, Pld, Lec</i>
2A	<i>Per2, Sod, Cht22, Cbp1, Cbp2, Tha1, Chs, 1433b, 1433c, Wip</i>
2B	<i>Per2, Sod, Cht1a, Cht22, Cbp1, Cbp2, Tha1, Chs, 1433b, 1433c, Wip</i>
2D	<i>Per2, Cat, Sod, Cht1a, Cht22, Tha1, Chs, 1433b, 1433c, Wip</i>
3A	<i>Glb3, Cht1a, Cbp2, Prp, 1433b, 1433c, Pld</i>
3B	<i>Oxo2, Glb3, Cbp2, Pal, Prp, 1433b, 1433c, Pld, Lec</i>
3D	<i>Glb3, Cht1a, Cht1b, Cbp1, Cbp2, Prp, 1433b, 1433c, Pld</i>
4A	<i>Oxo2, Cht21, Tha1, Tha2, Tha4, Lpx, 1433a</i>
4B	<i>Oxo1, Oxo2, Cht21, Tha2, Tha4, Mpc1, Lpx, 1433a, 1433c, Wip</i>
4D	<i>Oxo1, Oxo2, Cht21, Tha2, Tha4, Mpc1, Lpx, 1433a, 1433c</i>
5A	<i>Oxo1, Pr1, Pr1b, Cht22, Cbp2, Tha3, Mpc1, Chi, Lpx</i>
5B	<i>Pr1, Pr1b, Cht22, Tha3, Chi, Lpx, Ppo</i>
5D	<i>Pr1, Pr1b, Cht1a, Cht22, Cbp2, Tha3, Chi, Lpx</i>
6A	<i>Pal, Hrp, Ppo</i>
6B	<i>Cbp1, Tha1, Pal, Hrp, Ppo</i>
6D	<i>Pal, Hrp, Rip, Ppo</i>
7A	<i>Per, Cat, Pr1b, Cht1b, Tha1, Tha2, Mpc1, Grp94</i>
7B	<i>Per, Cat, Pr1b, Cht1a, Cht1b, Cht22, Cbp2, Tha1, Tha2, Tha3, Mpc1, Grp94, Pld</i>
7D	<i>Per, Cat, Pr1b, Cht1b, Cht22, Cbp2, Tha1, Tha2, Mpc1, Chi, Grp94, Pld, Ppo</i>

Хромосомная локализация ДНК-маркеров и генов (нуллитетрасомные линии)

BMC Plant Biology



Research article

Open Access

Relationship between homoeologous regulatory and structural genes in allopolyploid genome – A case study in bread wheat

Elena K Khlestkina*¹, Marion S Röder² and Elena A Salina¹

Sears 1953

1A 1B 1D 2A 2B 2D 3A 3B 3D 4A 4B 4D 5A 5B 5D 6A 6B 6D 7A 7B 7D Tu Aes Aet



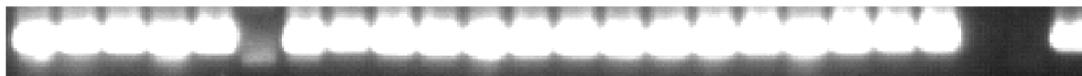
F3H1; 703 bp



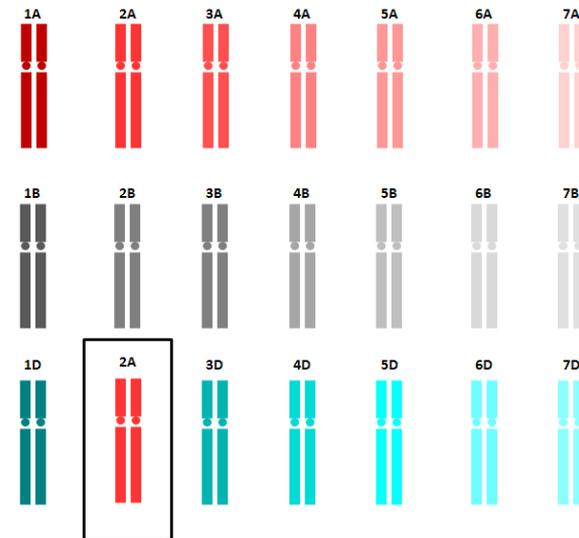
F3H3; 333 bp



F3H4; 255 bp



F3H2; 225 bp



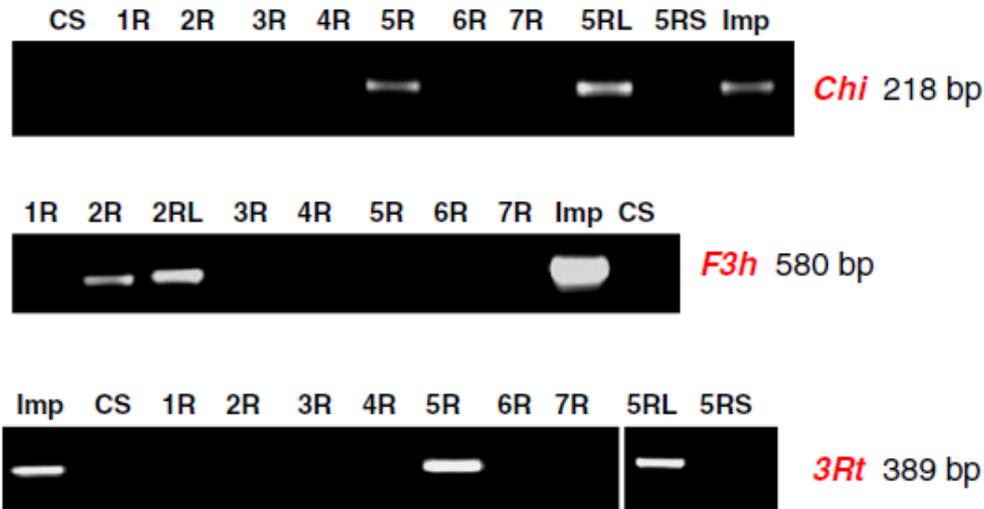
Хромосомная локализация ДНК-маркеров и генов (чужеродно дополненные линии)

Mol Genet Genomics (2009) 282:475–485
DOI 10.1007/s00438-009-0479-x

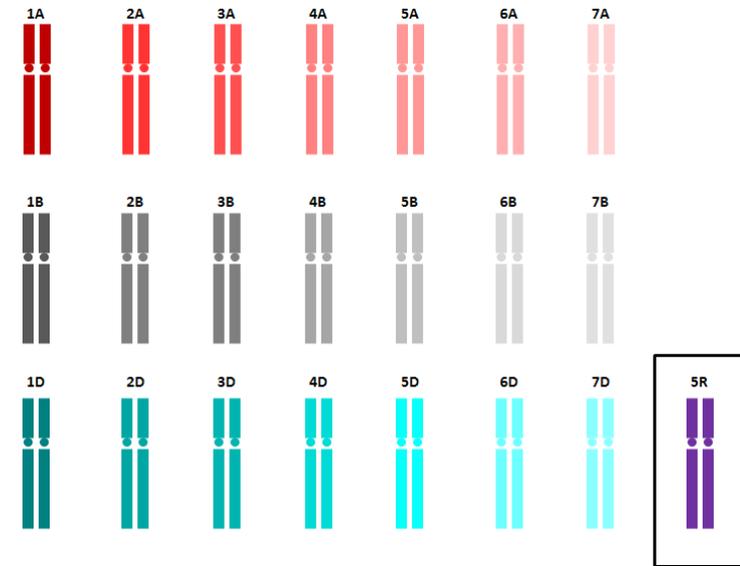
ORIGINAL PAPER

Anthocyanin biosynthesis genes location and expression in wheat-rye hybrids

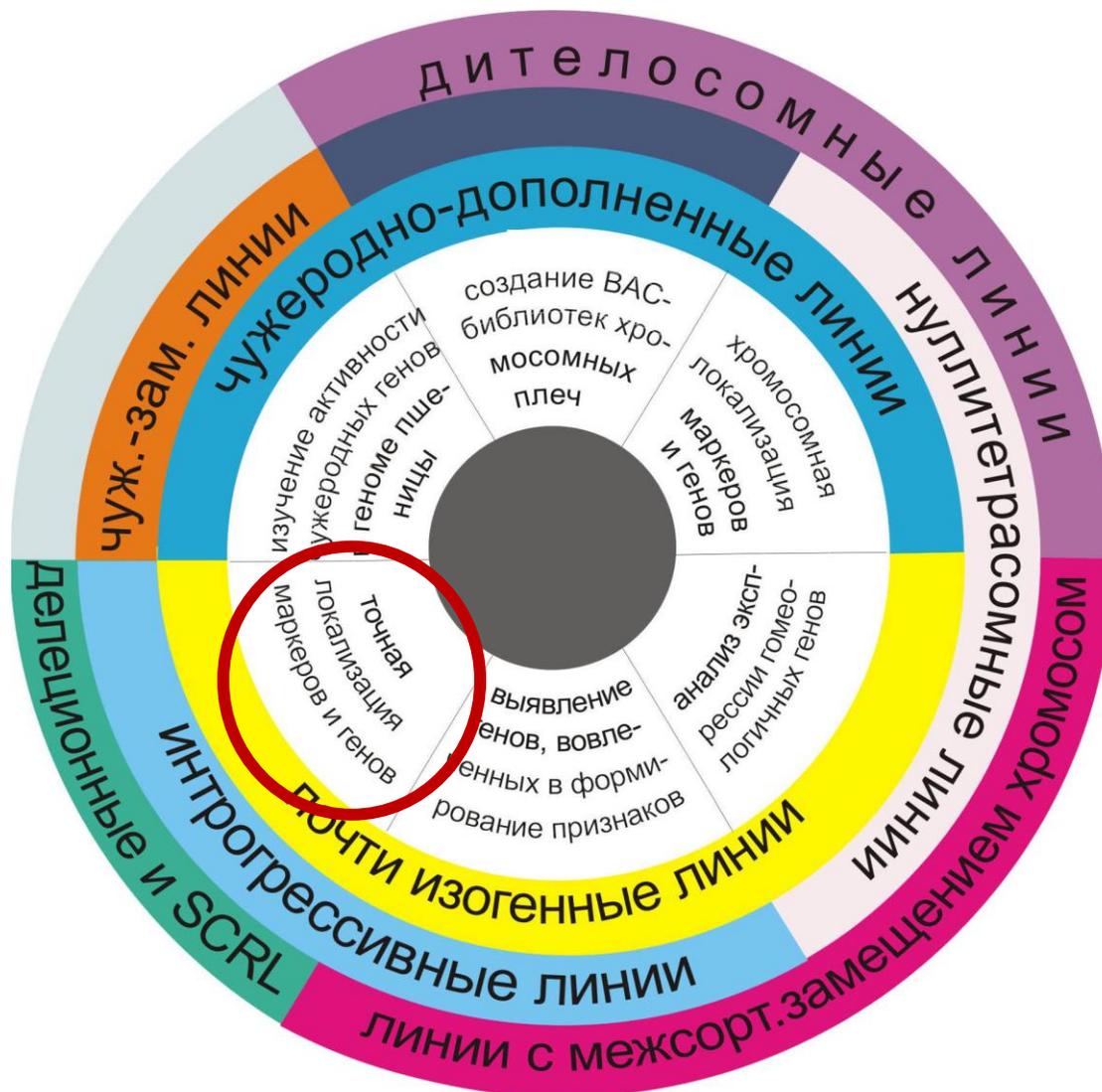
Elena K. Khlestkina · Olesya Yu. Tereshchenko ·
Elena A. Salina



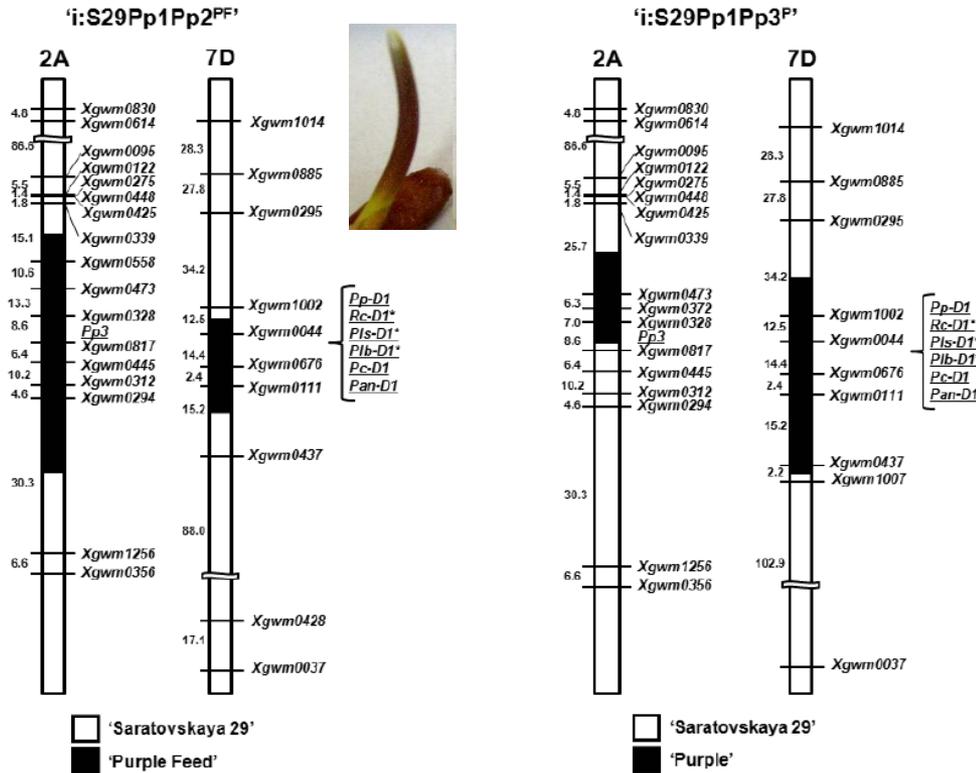
Driscoll and Sears 1971



Применение цитологически и генетически маркированных линий



Точная внутрихромосомная локализация ДНК-маркёров и генов (изогенные линии)



Cereal Research Communications 40(3), pp. 334–341 (2012)
DOI: 10.1556/CRC.40.2012.3.2

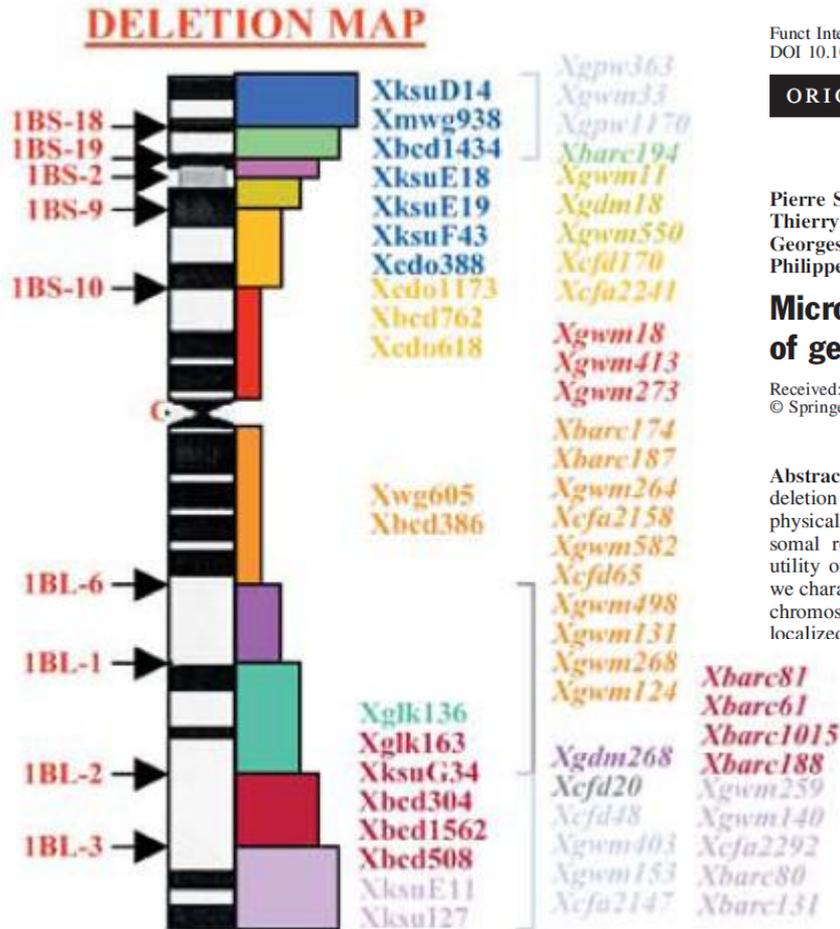
Создание линий:
Arbuzova et al. CRC 1998

The D Genome Carries a Gene Determining Purple Grain Colour in Wheat

O.Y. TERESHCHENKO¹, E.I. GORDEEVA¹, V.S. ARBUZOVA¹, A. BÖRNER²
and E.K. KHLESTKINA^{1*}

<http://www.akademaii.com/content/2r16t21087461734/>

Точная внутрихромосомная локализация ДНК-маркёров и генов (делеционные линии)



Funct Integr Genomics (2004) 4:12–25
DOI 10.1007/s10142-004-0106-1

ORIGINAL PAPER

Pierre Sourdille · Sukhwinder Singh ·
Thierry Cadalen · Gina L. Brown-Guedira ·
Georges Gay · Lili Qi · Bikram S. Gill ·
Philippe Dufour · Alain Murigneux · Michel Bernard

Microsatellite-based deletion bin system for the establishment of genetic-physical map relationships in wheat (*Triticum aestivum* L.)

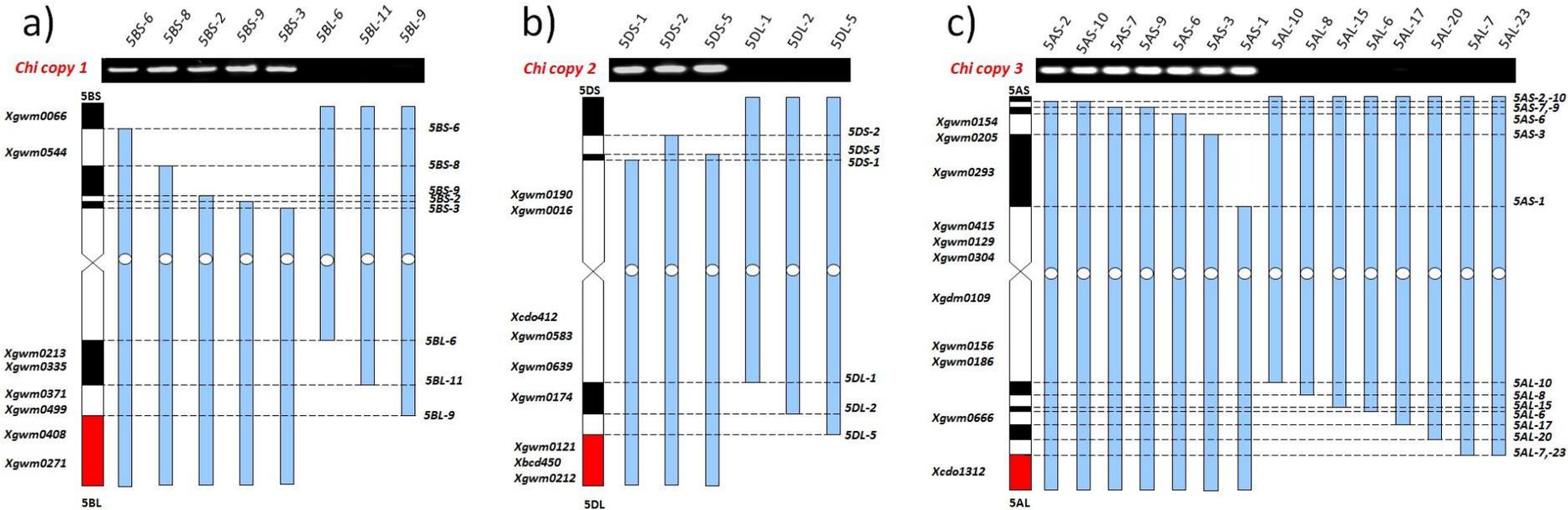
Received: 12 November 2003 / Revised: 19 December 2003 / Accepted: 19 December 2003 / Published online: 13 February 2004
© Springer-Verlag 2004

Abstract Because of polyploidy and large genome size, deletion stocks of bread wheat are an ideal material for physically allocating ESTs and genes to small chromosomal regions for targeted mapping. To enhance the utility of deletion stocks for chromosome bin mapping, we characterized a set of 84 deletion lines covering the 21 chromosomes of wheat using 725 microsatellites. We localized these microsatellite loci to 94 breakpoints in a

loci will be useful not only for deletion stock verifications but also for allocating associated QTLs to deletion bins where numerous ESTs that could be potential candidate genes are currently assigned.

Keywords Microsatellites · Genetic map · Deletion lines · Comparative mapping

Точная внутрихромосомная локализация ДНК-маркёров и генов (делеционные линии)



Gene 538 (2014) 334–341



Contents lists available at ScienceDirect

Gene

journal homepage: www.elsevier.com/locate/gene



Создание линий:
Endo&Gill J Heredity 1996

The homoeologous genes encoding chalcone–flavanone isomerase in *Triticum aestivum* L.: Structural characterization and expression in different parts of wheat plant

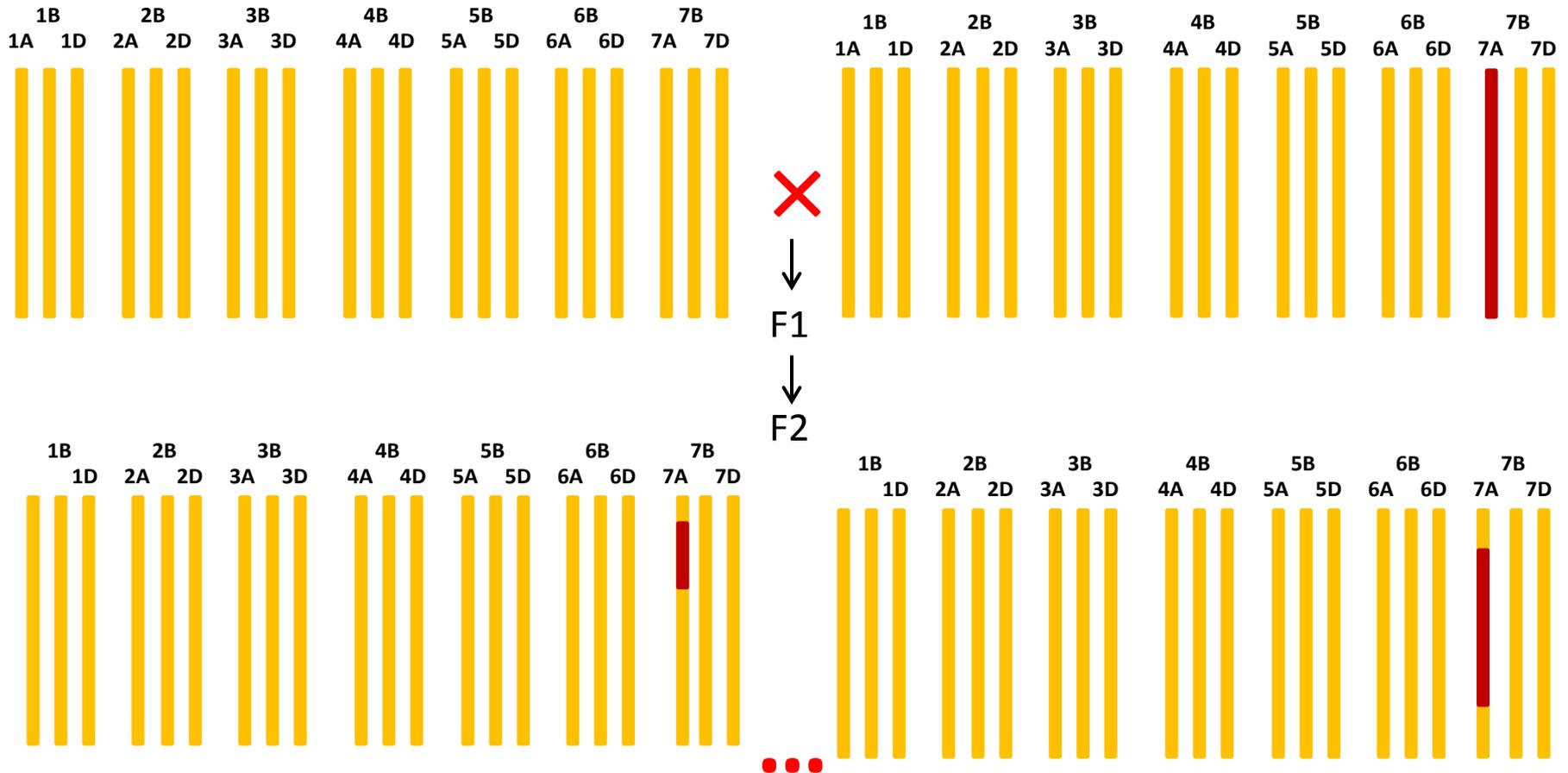
Shoeva et al. Gene 2014
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037811191400016X>

Olesya Y. Shoeva ^{a,*}, Elena K. Khlestkina ^{a,b,1}, Helene Berges ^c, Elena A. Salina ^a

Точная внутрихромосомная локализация

ДНК-маркёров и генов

(популяция рекомбинантных линий, производных от линий с межсортовым замещением хромосом - SCRDHLs)



Точная внутрихромосомная локализация

ДНК-маркёров и генов

(популяция рекомбинантных линий, производных от линий с межсортовым замещением хромосом - SCRDHLs)

Хромосома 7A

S	S	Y	Y	Y	Y	S	S	Y	Y	S	Y	<i>Xgwm0060</i>
Y	S	S	Y	Y	Y	Y	Y	S	Y	S	Y	<u><i>Rc-A1</i></u>
Y	S	S	S	Y	Y	Y	Y	S	S	S	Y	<i>Xgwm0974</i>
Y	S	S	S	S	Y	Y	Y	S	Y	S	Y	<i>Xgwm0870, Xgwm0631</i>
Y	S	S	Y	S	S	S	Y	S	Y	S	Y	<i>Xgwm0748</i>

Mol Breeding (2010) 25:125–132

DOI 10.1007/s11032-009-9312-9

Functional diversity at the *Rc* (red coleoptile) gene in bread wheat

E. K. Khlestkina · M. S. Röder ·
T. A. Pshenichnikova · A. Börner

<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11032-009-9312-9#>

Точная внутрихромосомная локализация

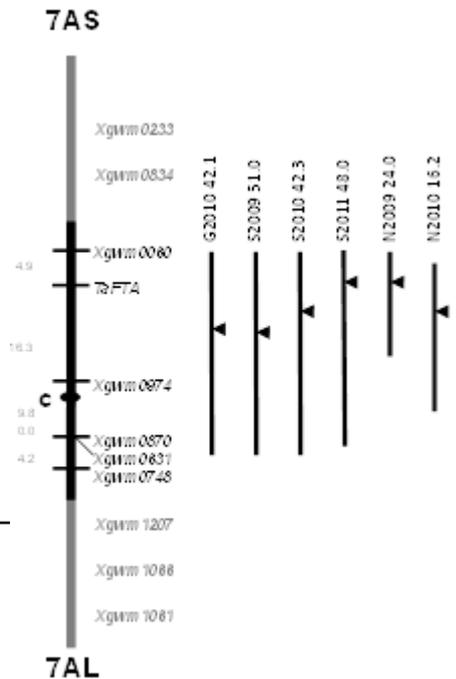
ДНК-маркёров и генов

(популяция рекомбинантных линий, производных от линий с межсортовым замещением хромосом - SCRDHLs)

Хромосома 7А

S	S	Y	Y	Y	Y	S	S	Y	Y	S	Y	<i>Xgwm0060</i>
Y	S	S	Y	Y	Y	Y	Y	S	Y	S	Y	<i>Rc-A1</i>
Y	S	S	S	Y	Y	Y	Y	S	S	S	Y	<i>Xgwm0974</i>
Y	S	S	S	S	Y	Y	Y	S	Y	S	Y	<i>Xgwm0870, Xgwm0631</i>
Y	S	S	Y	S	S	S	Y	S	Y	S	Y	<i>Xgwm0748</i>

Mol Breeding (2010) 25:125–132
DOI 10.1007/s11032-009-9312-9

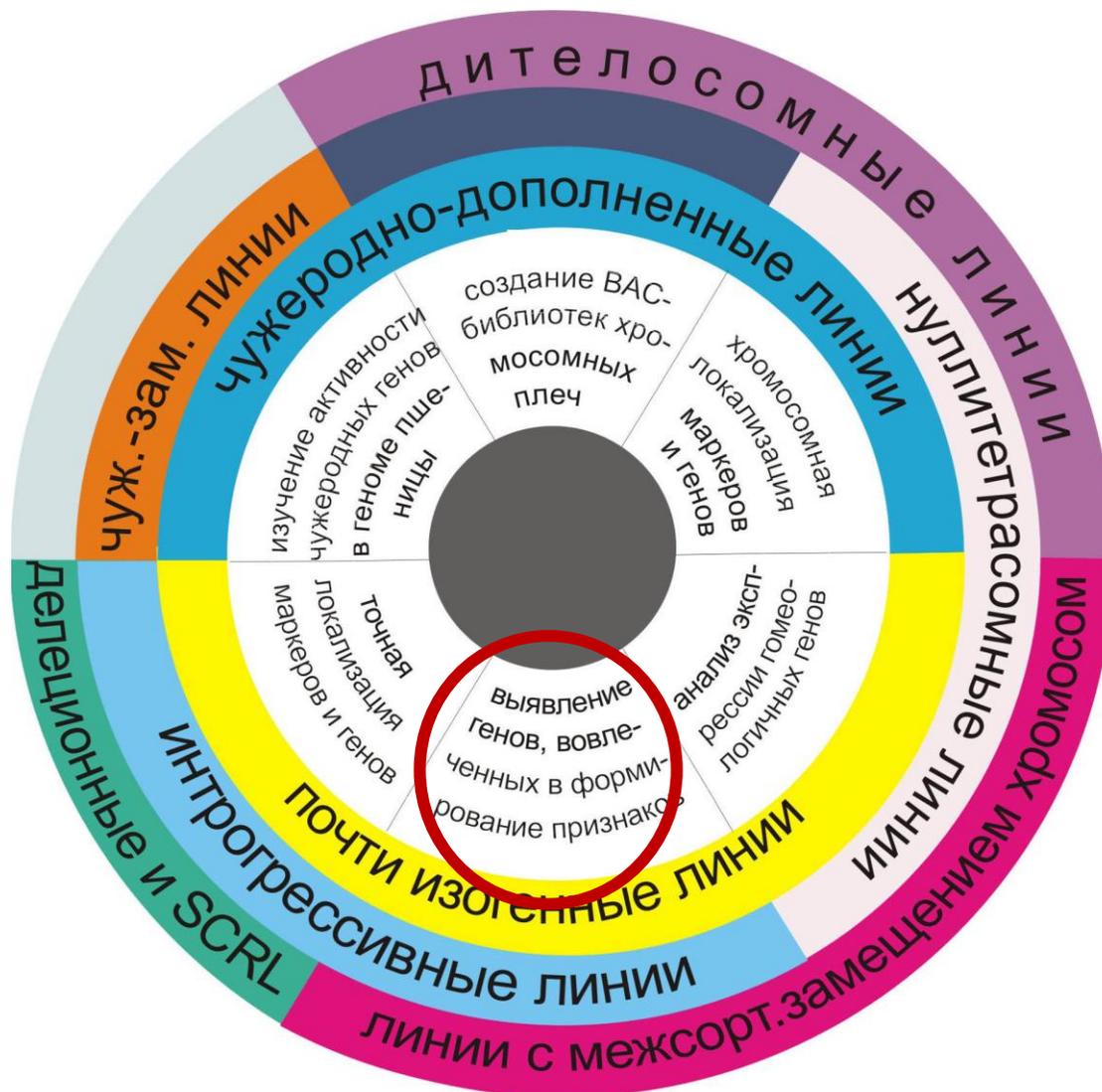


Functional diversity at the *Rc* (red coleoptile) gene in bread wheat

E. K. Khlestkina · M. S. Röder ·
T. A. Pshenichnikova · A. Börner

Срок колошения
(Pshenichnikova et al. 2014
Mol Breed, Submitted)

Применение цитологически и генетически маркированных линий



Выявление генов, вовлеченных в формирование признаков

OPEN ACCESS Freely available online

PLoS one

Integrated Metabolo-Proteomic Approach to Decipher the Mechanisms by Which Wheat QTL (*Fhb1*) Contributes to Resistance against *Fusarium graminearum*

Raghavendra Gunnaiah¹, Ajjamada C. Kushalappa^{1*}, Raj Duggavathi², Stephen Fox³, Daryl J. Somers⁴

¹ Plant Science Department, McGill University, Ste. Anne de Bellevue, Quebec, Canada, ² Animal Science Department, McGill University, Ste. Anne de Bellevue, Quebec, Canada, ³ Agriculture and Agri-Food Canada, Winnipeg, Manitoba, Canada, ⁴ Vineland Research and Innovation Center, Vineland, Ontario, Canada

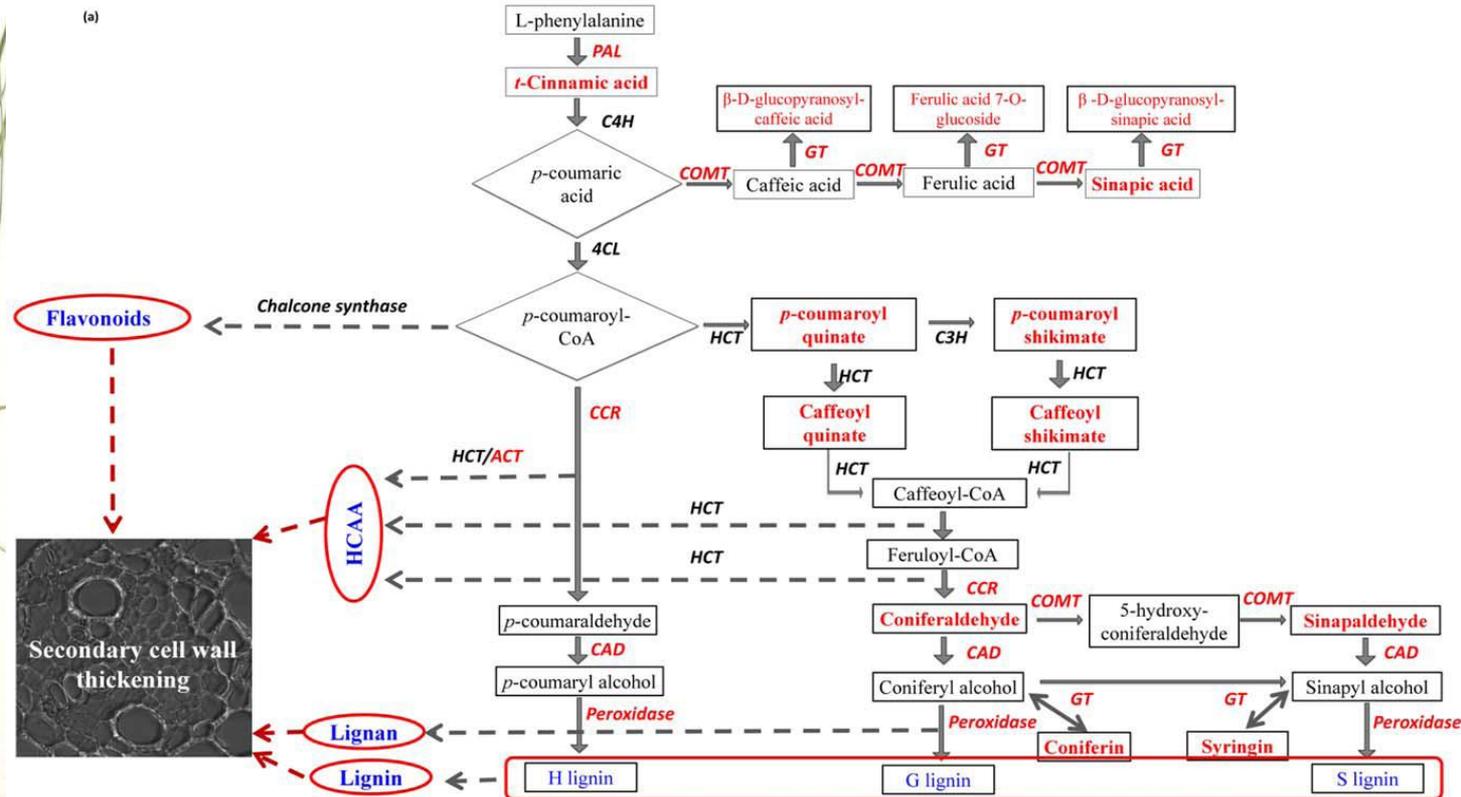
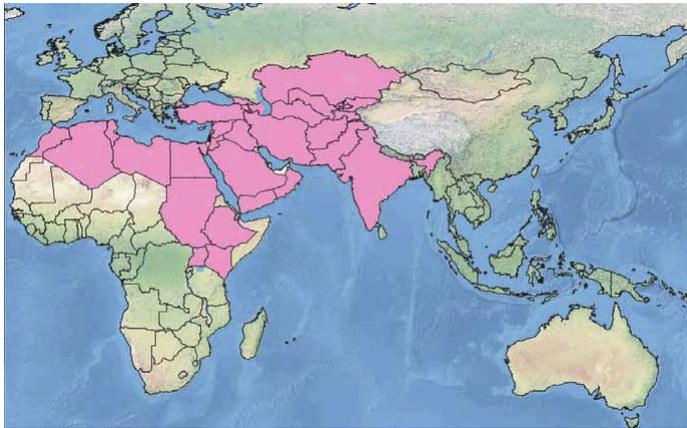


Figure 7. *F. graminearum* induced phenylpropanoid pathway leading to secondary cell wall thickening in rachises of wheat NIL with resistant *Fhb1* allele.

Линии пшеницы , несущие фрагменты или целые чужеродные хромосомы, играют важную роль в предселекционном процессе

Возбудители болезней пшеницы быстро преодолевают устойчивость

Стремительное распространение стеблевой ржавчины Ug99:



Генетический потенциал устойчивости современных сортов пшеницы практически исчерпан

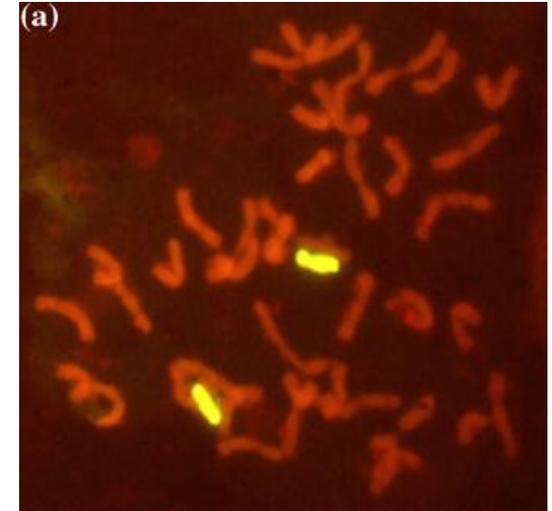
Сородичи пшеницы несут гены устойчивости, новые для пшеницы, и таким образом, являются источником для расширения ее адаптивного потенциала

Интрогрессия гена устойчивости к полосчатой ржавчине

Mol Breeding (2013) 31:879–888
DOI 10.1007/s11032-013-9841-0

Molecular cytogenetic identification of a wheat–*Psathyrostachys huashanica* Keng 5Ns disomic addition line with stripe rust resistance

Wanli Du · Jing Wang · Min Lu · Shugui Sun ·
Xinhong Chen · Jixin Zhao · Qunhui Yang ·
Jun Wu



Донор устойчивости – *Psathyrostachys huashanica* (ломкоколосник)



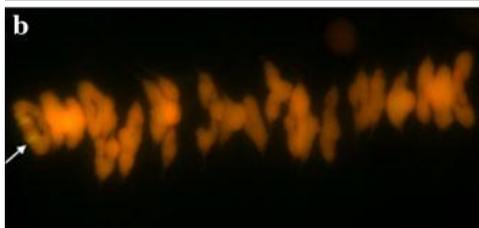
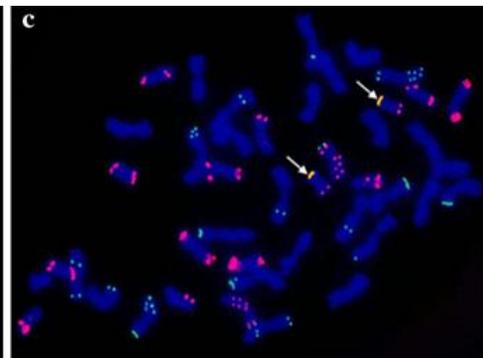
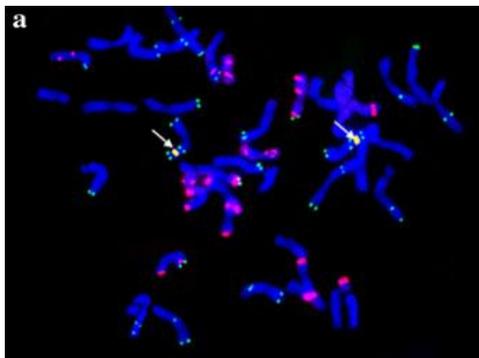
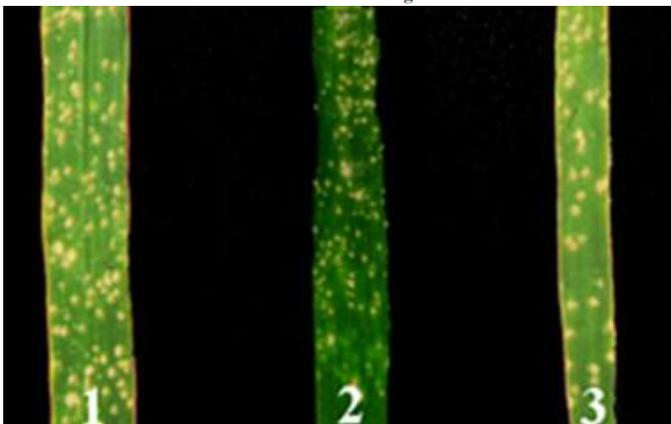
Интрогрессия гена устойчивости к мучнистой росе

Mol Breeding (2013) 31:477–484
DOI 10.1007/s11032-012-9804-x



Radiation-induced translocations with reduced *Haynaldia villosa* chromatin at the *Pm21* locus for powdery mildew resistance in wheat

Peidu Chen · Chunfang You · Yin Hu ·
Shengwei Chen · Bo Zhou · Aizhong Cao ·
Xiue Wang



Донор устойчивости –
Haynaldia Villosa
(дазипирум мохнатый)



<http://www.agroatlas.ru/ru/> 11 5 2015

Сорта пшеницы «Памяти Майстренко», полученный на основе интрогрессивных линий



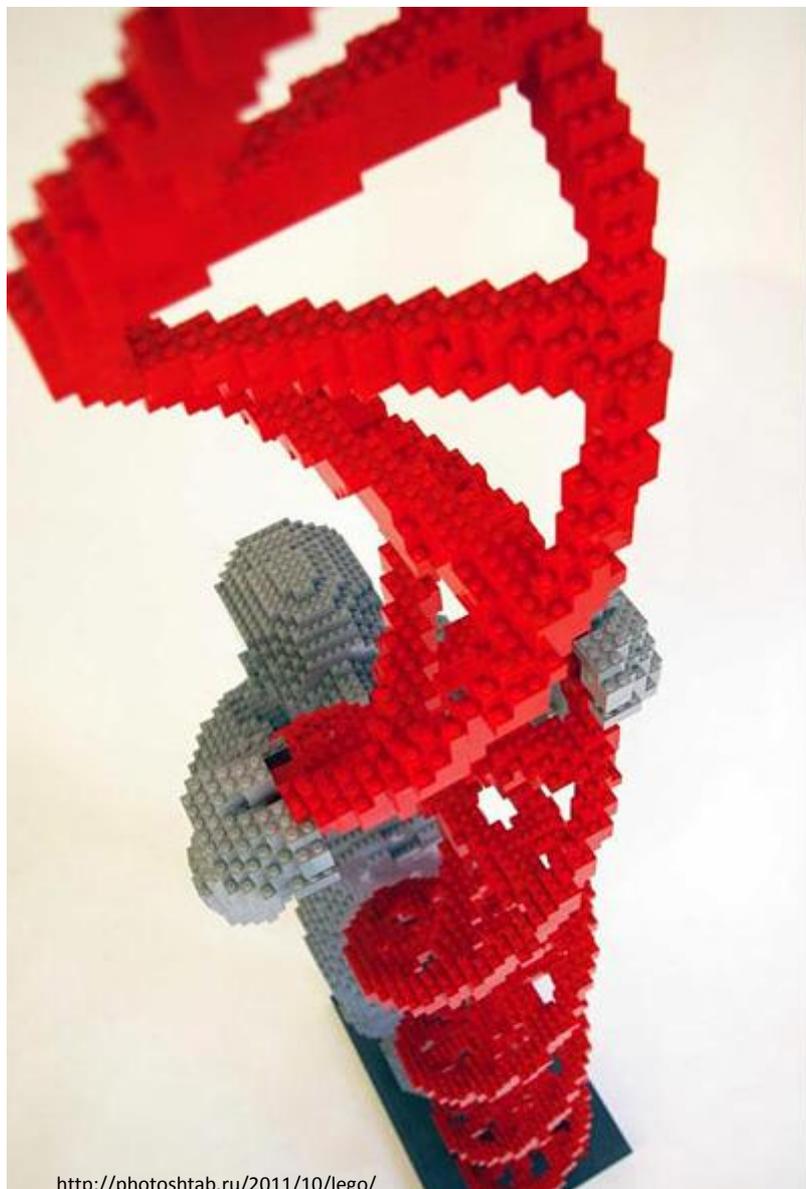
Сочетает комплексную устойчивость к грибным патогенам (включая Ug99) и отличные хлебокарные качества.

Создан в СибНИИСХ СО РАСХН совместно с ИЦиГ СО РАН:

<http://www.bionet.nsc.ru/nauka/vajneishie-rezultaty/2009-god.html>

Цитологически и генетически маркированные линии

- **ускоряют процесс полногеномного секвенирования пшеницы и ее сородичей**
 - **облегчают генетический анализ**
- **играют важную роль в предселекционном процессе**



<http://photoshtab.ru/2011/10/lego/>

Спасибо
за внимание!

