

УДК 577.216.4:

ПШЕНИЦА (TRITICUM) КАК МОДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ

Лыков К.А., Караваева А.А., Сапегина А.М.

ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава Российской Федерации — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, направление подготовки «Биология», Россия, Волгоград, e-mail: lykovkirill8@gmail.com

Пшеница (Triticum) крайне важна для мира. В статье говорится о геноме пшеницы, о проекте «геном пшеницы» и о его использовании.

Ключевые слова: геномное редактирование, селекция, пшеница, мучнистая роса, проект «геном пшеницы»

WHEAT (TRITICUM) AS A MODEL OBJECT

Lykov K.A., Karavaeva A.A., Sapagina A.M.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Volgograd State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, field of study "Biology", Russia, Volgograd, e-mail: lykovkirill8@gmail.com

Wheat (Triticum) is essential to the world. The article talks about the wheat genome, the wheat genome project and its use.

Key words: genome editing, breeding, wheat, powdery mildew, project «wheat genome»

Введение:

Пшеница (Triticum) может использоваться для моделирования множества биохимических процессов, болезней, продуктивности, чаще всего необходимо для повышения продуктивности, устойчивости других сортов пшеницы, так как у других растений эти процессы происходят по другому и их не получается использовать как модельный организм.

Планируется использование колоса многоцветковых форм озимой мягкой пшеницы как наглядной модели структуры реализации потенциальной продуктивности по каждому колоску. Многоцветковые формы благодаря своей повышенной потенциальной продуктивности показывают более заметную реакцию на факторы влияющие на урожайность, что позволяет более точно определять степени воздействия тех или иных

факторов. Изучение механизмов лучшей реализации репродуктивного потенциала важный шаг на пути к повышению индивидуальной продуктивности главного колоса пшеницы и общей урожайности культуры в целом [1].

Цитогенетическое изучение широких гибридов пшеницы имеет как практическое, так и фундаментальное значение. Частичные гибриды пшеницы и пырея (WWGH) интересны как селекционный мост для передачи ценных генов геному пшеницы, а также как модельный объект, содержащий родственные геномы Triticeae. Разработка новых зондов, специфичных для *Thinopyrum*, необходима, поскольку это позволит точно идентифицировать хромосомные перестройки у амфидиплоидов и интрогрессивных линий и может быть использовано в эволюционных исследованиях [7].

Геном Пшеницы (*Triticum*)

Обыкновенная пшеница (*Triticum aestivum* L.) является одной из трех наиболее важных зерновых культур в мире, на ее долю приходится около 35% основных продуктов питания в мире. Между тем, пшеница также служит важным источником белка в пище человека.

Мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) имеет очень сложный геном. Аллогексаплоидный геном пшеницы ($2n = 6x = 42$, AABBDD) образован в ходе естественной гибридизации трех геномов. *Triticum urartu* Thum. является донором генома А. Наиболее вероятным донором генома В является *Aegilops speltoides* Tausch. Геном D ведет свое происхождение от *Aegilops tauschii* Coss [2].

Размер генома: 17 Gb = 17 000 000 000 п.н. (Гб) — миллиард пар оснований.

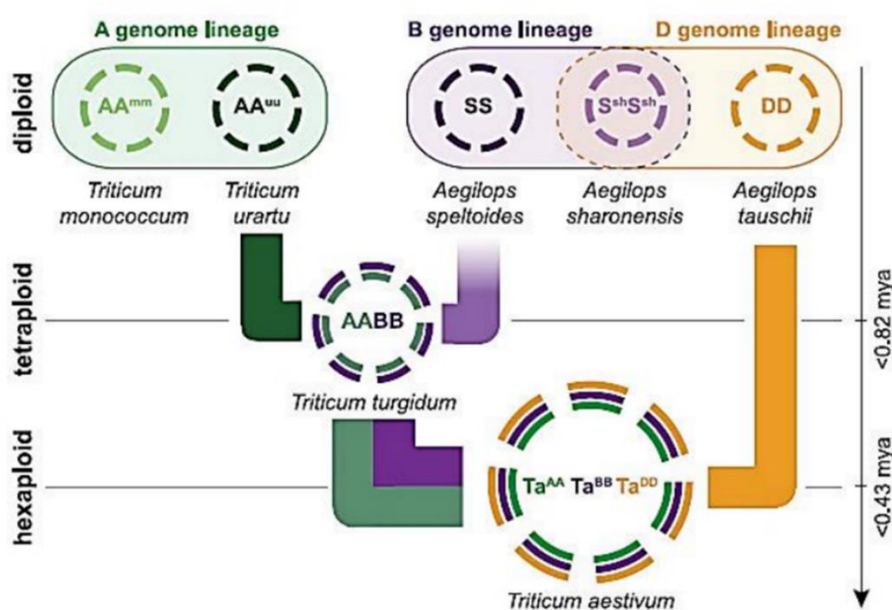


Рисунок 1 Аллогексаплоидный геном пшеницы [2].

Геном пшеницы состоит из 21 пары хромосом – целых семь пар хромосом в каждом субгеноме: А, В и D. Хромосомы пшеницы условно разделяют на семь гомеологических групп – по 3 пары хромосом в каждой группе. Соответственно, копии одного и того же гена, расположенные на различных гомеологичных хромосомах, называются гомеологичными.

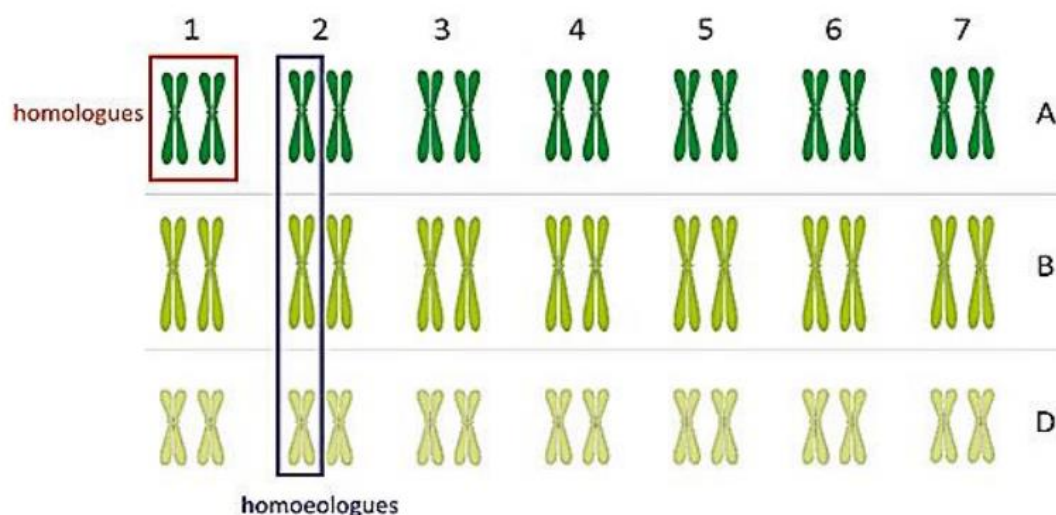


Рисунок 2 Гомологичные и гомеологичные хромосомы [2].

Гомологичные хромосомы являются хромосомами с общим происхождением, в то время как Гомеологичные хромосомы являются хромосомами, которые имеют неоднозначную природу и являются частично гомологичными [5].

Проект «геном пшеницы»

Международный консорциум ученых из 20 стран представил первый полностью аннотированный геном пшеницы с информацией о 107,8 тысячи генов растения.

Референсный геном поможет ученым и селекционерам понять, какие гены растения определяют те или иные его признаки, например, устойчивость к засухе или урожайность, и быстрее получить новые сорта пшеницы, в том числе с помощью современных методов геномного редактирования, таких, как CRISPR/Cas9 [6].

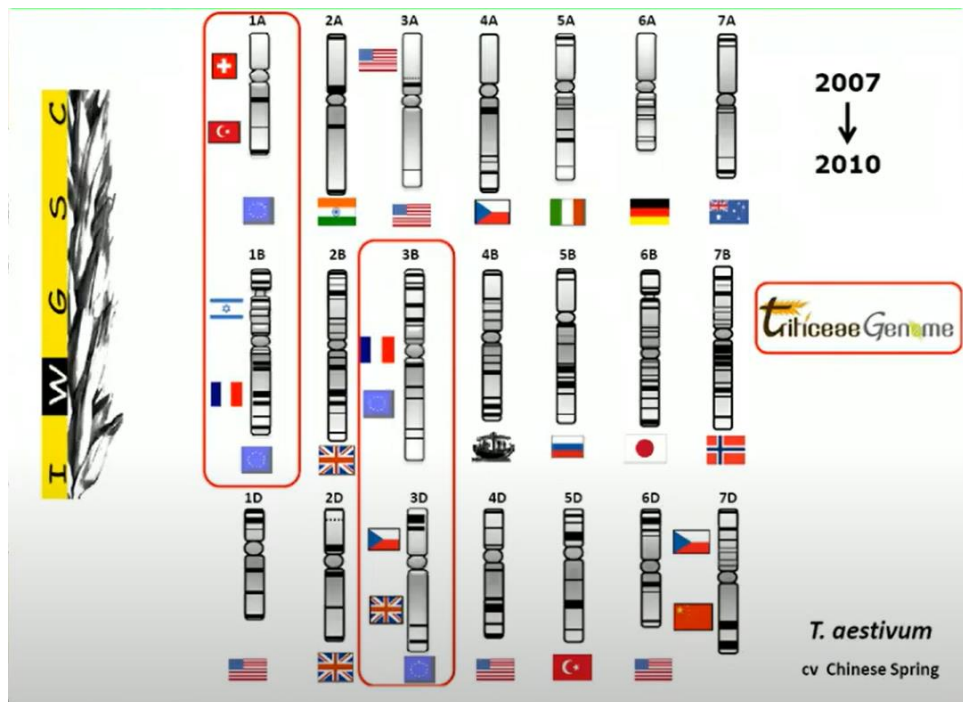


Рисунок 3 Проект «геном пшеницы» [4].

В процессе этой работы хромосомы были поделены между странами.

Мучнистая роса пшеницы

Мучнистая роса пшеницы — вызывается грибом рода *Erysiphe*. Это заболевание на всходах, на стеблях, листовых влагалищах или колосе. Симптомы болезни — на надземных органах растений появляется белый паутинистый налет, который позже приобретает форму плотных ватообразных мучнистых подушечек [3].

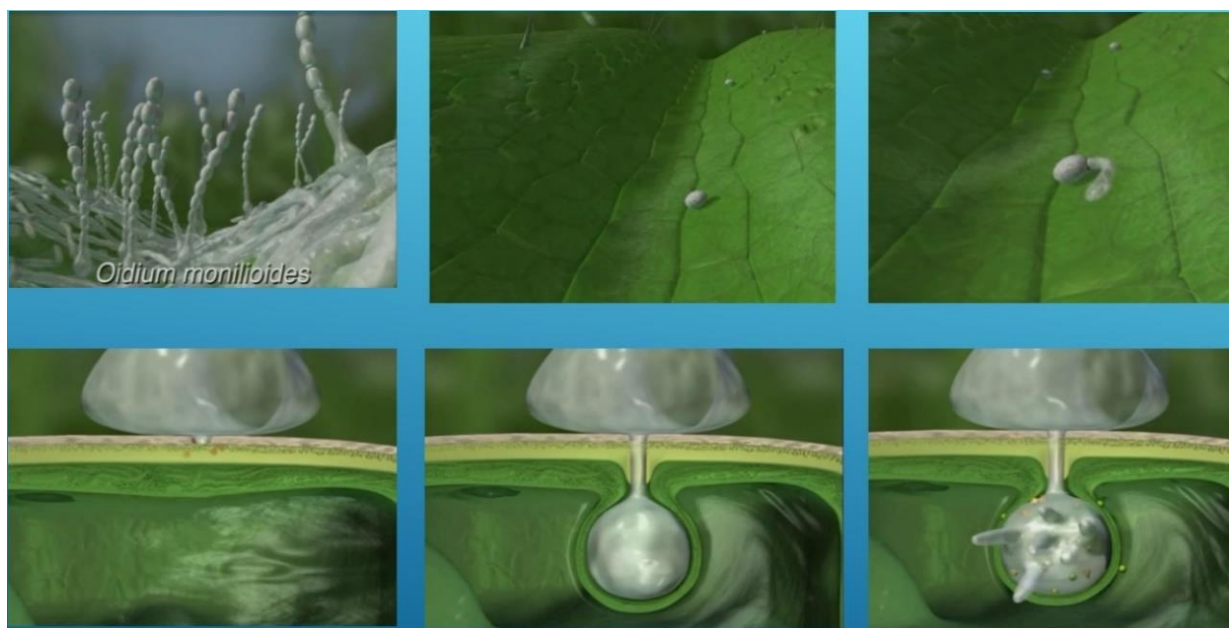


Рисунок 4 Мучнистая роса пшеницы [4].

- 1) Каждая цепочка состоит из 8 конидио спор. Споры находящиеся на конце цепочки созревает первой, и после этого отрывается и уносится ветром.
- 2) После попадания на лист нового хозяина, она быстро прорастает в условиях мягкой, влажной погоды.
- 3) Короткая ростковая присоска прикрепляется к поверхности листа
- 4) из присоски в растение начинает проникать инфицирующая гифа, она выделяет ферменты прокладывая путь через кутикулу и внешнюю клеточную стенку.
- 5) Гифа всасывает себя в внутреннюю стенку клетки хозяина.
- 6) Из этого выпячивания грибок снабжает себя питательными веществами.

Устойчивость к мучной росе обусловлена тем, что если клетка заражается, то клетки находящиеся вокруг погибают и таким образом не дают болезни распространиться. Такой механизм защиты обусловлен комбинацией генов.

Обнаружить гены устойчивости можно разными путями. К примеру – мутагенез. Благодаря ему можно создать мутантов обладающих наименьшей устойчивостью и наибольшую, относительно исходного организма. Далее с помощью секвенирования находят ген отвечающий за устойчивость [4].

Вывод

Изучать мягкую пшеницу можно используя модельные объекты, если их хромосомы были от общего предка, к примеру Брахиподиум дистахион (*Brachypodium distachyon*), или арабидопсис (*Arabidopsis thaliana*), но на сегодняшний день главный плюс модельных объектов «малый размер генома» перестал играть настолько важную роль, из-за развития мощных секвенировщиков, и наличия информации о полностью секвенированном геноме.

Важным в редактировании растений является тот факт, что в процессе эволюции новые виды иногда теряют важные гены, поэтому геном растений можно совершенствовать, добавляя или изменяя гены, однако возможны ситуации, когда устойчивость к болезни будет снижать скорость развития растения или другие важные параметры.

Список литературы

1. Владимировна Ц. Л., Леонидович С. Д. Многоцветковые формы озимой мягкой пшеницы как модельный объект в изучении репродуктивного потенциала главного колоса //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 140. С. 100–111.

2. Гарифулловна С. А., Вадимовна Ш. В., Вилевна М. Ф. Гомеологичные гены *Triticum aestivum* L. : структурные характеристики и дифференциальная активность // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2017. № 2 (159). С. 321–331.

3. Administrator Мучнистая роса пшеницы // AgroFlora.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://agroflora.ru/muchnistaya-rosa-ozimoj-pshenicy/> (дата обращения: 15.01.2023).

4. Геном пшеницы или исследование возможности насыщения пятью хлебами 7 млрд. человек // 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=B2slnVkwcc&t=3167s>

5. Разница между Гомологичными и Гомеологичными хромосомами [Электронный ресурс]. URL: <https://raznisa.ru/raznica-mezhdu-gomologichnymi-i-gomeologichnymi-hromosomami/> (дата обращения: 15.01.2023).

6. Ученые опубликовали самый подробный геном пшеницы [Электронный ресурс]. URL: <https://moldovanews.md/18082018/lenta-novostej/177880.htm> (дата обращения: 15.01.2023).

7. Nikitina E. [и др.]. Development of Specific *Thinopyrum* Cytogenetic Markers for Wheat-Wheatgrass Hybrids Using Sequencing and qPCR Data // International Journal of Molecular Sciences. 2020. № 12 (21). С. 4495.