

УДК: 57.084.1

## **BRACHYPODIUM DISTACHYON КАК МОДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ В БИОЛОГИИ**

Полякова А.А.<sup>1</sup>, Зарипова А.А.<sup>1</sup>, Ищенко Ю. А.<sup>1</sup>, Лукина П.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский» университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, направление подготовки «Биология», Россия, Волгоград, e-mail:

[anna.polyakova.99.99@mail.ru](mailto:anna.polyakova.99.99@mail.ru)

В статье представлены обобщённые сведения касающиеся применения *Brachypodium distachyon* в качестве модельного организма. Всё более тщательное внимание при выборе модельного объекта уделяется организмам, геном секвенирован в полном объёме. *Brachypodium distachyon* стала частоиспользуемым модельным объектом различных областях биологии растений. Главным преимуществом *Brachypodium distachyon* является тесная филогенетическая связь с основными зерновыми культурами. В тексте статьи приведено краткое морфологическое описание *Brachypodium distachyon*, а также условия произрастания и развития. Описаны исследования, в которых *Brachypodium distachyon* была использована в качестве модельного организма, в частности фундаментальные исследования по развитию растений, взаимодействию растений с микроорганизмами, абиотическому стрессу, эволюционной биологии. Использование *Brachypodium distachyon* в качестве модельного объекта для изучения болезней растений, вызываемых различными патогенами растений.

Ключевые слова: модельный организм, *Brachypodium distachyon*, семейство злаковые

## **BRACHYPODIUM DISTACHYON AS A MODEL OBJECT IN BIOLOGY**

Polyakova A.A.<sup>1</sup>, Zaripova A.A.<sup>1</sup>, Ishchenko Y.A.<sup>1</sup>, Lukina P.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FSBEI HE VolgSMU Of the Ministry of Healthcare of the Russia – Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Medical University» Of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation direction of preparation “Biology”, Russia, Volgograd, e-mail: [anna.polyakova.99.99@mail.ru](mailto:anna.polyakova.99.99@mail.ru)

The article presents generalized information regarding the use of *Brachypodium distachyon* as a model organism. When choosing a model object, more and more careful attention is paid to organisms, the genome is sequenced in full. *Brachypodium distachyon* has become a frequently used model object in various fields of plant biology. The main advantage of the *Brachypodium distachyon* is its close phylogenetic relationship with major crops. The text of the article contains a brief morphological description of the *Brachypodium distachyon*, as well as the conditions of growth and development. Studies are described in which *Brachypodium distachyon* was used as a model organism, in particular, fundamental research on plant development, the interaction of plants with microorganisms, abiotic stress, evolutionary biology. Using *Brachypodium distachyon* as a model object for studying plant diseases caused by various plant pathogens.

Keywords: model organism, *Brachypodium distachyon*, cereal family

### **Введение**

Все практические исследования используют модельные организмы. Они необходимы для более полного и наглядного понимания механизмов протекающих процессов и явлений.

Главное преимущество модельных объектов заключается в их изученности, что позволяет только дополнять данные по строению, функциям и свойствам этих организмов. Это значимо для применения их в будущем в экспериментах и научных исследованиях.

Модельными становятся в первую очередь те организмы, которые просто содержать и разводить в лабораторных условиях. В последнее время всё более пристальное внимание учёных притягивают организмы с полностью секвенированным геномом, так как большое внимание уделяется молекулярно-генетическим операциям проводимым на этих организмах.

### **Характеристика**

Коротконожка двуколосковая (лат. *brachypodium distachyon*) травянистое растение семейства Poaceae. *Brachypodium distachyon* небольшое растение 15-20 сантиметров в высоту и коротким жизненным циклом. Листья плоские или свёрнутые, с плёнчатым язычком. Соцветие представлено рыхлой кистевидной метёлкой с колосками, редко может состоять из одного колоска. Колосья располагаются очерёдно с противоположных сторон оси соцветия. Колосья удлинённые и имеют от 5 до 20 цветков, иногда слабо или сильно сплюснутые с боков. Колосковые чешуи неравные имеют ланцетную форму, плёнчатые, короче нижней цветковой чешуи, закруглённые, содержат от 3 до 9 жилок, иногда с короткой остью на верхушке. Нижние цветковые чешуи ланцетные имеют от 7 до 9 жилок, на верхушке заострённые. Верхние цветковые чешуи килеватые, реснитчатые.

Этот вид произрастает на юге Европы, в Северной Африке и юго-западной Азии. *Brachypodium distachyon* и имеет малое сельскохозяйственное значение, но обладает рядом качеств, которые дают возможность считать его отличным модельным объектом для исследования в генетической, клеточной и молекулярной биологии культур умеренного климатического пояса.

*Brachypodium distachyon* стал эффективной моделью для однодольных видов, так как обладает характеристиками, необходимыми для эффективной модели растения, включая небольшой рост, самооплодотворение (но возможность перекрестного оплодотворения), быстрое время генерации, компактный геном и высокую эффективность трансформации[2].

Относительно небольшой размер его генома, примерно 272 миллиона пар оснований составляющих пять хромосом, делает его полезным для генетического картирования и секвенирования. Только 21% генома *Brachypodium distachyon* состоит из повторяющихся участков.

### ***Brachypodium distachyon* в качестве модельного объекта**

Представители рода *Brachypodium* использовались для изучения болезней растений, вызываемых различными патогенами растений, включая ржавчину зерновых, мучнистую росу и вирус полосатой мозаики ячменя (BSMV). Образцы *Brachypodium* демонстрируют широкий диапазон реакций NHR против патогенов ржавчины злаковых. В некоторых случаях спорулирующие пустулы *P. striiformis* (возбудителя пшеницы) появлялись на нескольких протестированных образцах *Brachypodium*. Также сообщалось о вариациях устойчивости у

рода *Brachypodium* против *P. graminis f. sp. tritici, lolii* и *phlei -pratensis*, где многие из испытанных образцов показали спорулирующие пустулы против *P. graminis f. sp. lolii* и *phlei-pratensis*[3].

Работая с *Brachypodium distachyon*, ученые обнаружили много возможностей для работы в широком спектре фундаментальных и прикладных исследований. Например, *Brachypodium distachyon* был быстро включен в фундаментальные исследования по развитию растений, взаимодействию растений с микроорганизмами, абиотическому стрессу, эволюционной биологии, системной биологии, экологическим исследованиям, а также для разработки новых инструментов и концепций улучшения других культурных травянистых растений умеренного климата, таких как пшеница и ячмень, так как они являются важнейшими мелкозерновыми культурами, используемыми во всем мире для производства продуктов питания и кормов. Сегодня *Brachypodium distachyon* представляет собой отличную надежную базу для исследований в каждом из этих аспектов биологии растений. Кроме того, виды *Brachypodium* сохранили свою дикую природу, предоставив ученым-экологам кладезь ресурсов для изучения растений *in situ*[5].

Вид *Brachypodium distachyon* в последние годы использовался для анализа лигнина. Эта работа по моделированию была проведена в связи с необходимостью объяснить запутанное наблюдение, полученное в результате экспериментов по кормлению меченым фенилаланином (Phe) и тирозином (Tyr). А именно, экспериментальные данные показали дифференциальное включение Phe или Tyr в различные единицы лигнина, даже несмотря на то, что две аминокислоты вступают в путь лигнина почти с одним и тем же исходным метаболитом и быстро приводят к одним и тем же предшественникам для оставшейся части лигнина. В частности, эксперименты демонстрируют, что при введении меченого Phe большее включение мечения передается в G-лигнин, тогда как большее включение в S-лигнин наблюдается при кормлении меченым Tyr. А также с целью сделать надежные прогнозы относительно количества и состава лигнина в организме в ответ на деактивацию одного или двух генов[1].

Зерновые культуры в качестве пищи или корма для животных обеспечивают ~ 60% человеческих калорий во всем мире. По этой причине применение вида *Brachypodium distachyon* как модельного объекта для изучения заболеваний злаковых культур за его тесную филогенетическую связь с основными зерновыми культурами, включая пшеницу и ячмень, с которыми он отличается от общего предка менее 40 млн лет назад имеет большое значение для современного общества[2].

Растущий интерес к этому виду привел к развитию ряда ресурсов геномики, включая ядерные последовательности и библиотеки BAC / EST, а также сбор и описание других генетических ресурсов. Ожидается, что использование этой модели позволит быстро

продвинутся в генерировании информации по геномике для улучшения всех культур умеренного климата, особенно зерновых.[4]

### **Заключение**

Применение *Brachypodium distachyon* в качестве модельного объекта дало возможность изучить некоторые болезни растений, в частности ржавчину зерновых, мучнистую росу и вирус полосатой мозаики ячменя. Это имеет большое биологическое значение, так как именно зерновые культуры в качестве пищи или корма для животных обеспечивают больше половины потребляемых человеком калорий во всем мире.

### **Список использованной литературы:**

1. Faraji M, Fonseca LL, Escamilla-Treviño L, Barros-Rios J, Engle NL, Yang ZK, Tschaplinski TJ, Dixon RA, Voit EO. A dynamic model of lignin biosynthesis in *Brachypodium distachyon*. *Biotechnol Biofuels*. 2018 Sep 19;11:253. doi: 10.1186/s13068-018-1241-6. PMID: 30250505; PMCID: PMC6145374.
2. Fitzgerald TL, Powell JJ, Schneebeli K, Hsia MM, Gardiner DM, Bragg JN, McIntyre CL, Manners JM, Ayliffe M, Watt M, Vogel JP, Henry RJ, Kazan K. *Brachypodium* as an emerging model for cereal-pathogen interactions. *Ann Bot*. 2015 Apr;115(5):717-31. doi: 10.1093/aob/mcv010. PMID: 25808446; PMCID: PMC4373291.
3. Gill US, Uppalapati SR, Nakashima J, Mysore KS. Characterization of *Brachypodium distachyon* as a nonhost model against switchgrass rust pathogen *Puccinia emaculata*. *BMC Plant Biol*. 2015 May 8;15:113. doi: 10.1186/s12870-015-0502-9. PMID: 25953307; PMCID: PMC4424542
4. Ozdemir BS, Hernandez P, Filiz E, Budak H. *Brachypodium* genomics. *Int J Plant Genomics*. 2008;2008:536104. doi: 10.1155/2008/536104. PMID: 18309367; PMCID: PMC2246064.
5. Scholthof KBG, Irigoyen S, Catalan P, Mandadi KK. *Brachypodium*: A Monocot Grass Model Genus for Plant Biology. *Plant Cell*. 2018 Aug;30(8):1673-1694. doi: 10.1105/tpc.18.00083. Epub 2018 Jul 11. PMID: 29997238; PMCID: PMC6139682.