



**TURLARARO DURAGAYLARDA QISMAN AMFIPLOID SHAKLLARNING
GENETIK ASOSLARI VA SELEKSION AHAMIYATI**

Отабек Гулбоев

Заведующий лабораторией агротехники и защиты растений, Бахмальская научно-опытная станция Научно-исследовательского института богарного земледелия.

E-mail: otabekgulboyev11@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19239992>

Annotatsiya. Mazkur maqolada yumshoq bug‘doy (*Triticum aestivum* L.) va *Thinopyrum* (*Agropyron*) turkumiga mansub yovvoyi qarindosh turlar o‘rtasidagi turlararo duragaylash natijasida olingan partial (qisman) amfiploid shakllarning yaratilish mexanizmlari tahlil qilinadi. *Th. ponticum*, *Th. intermedium* *Th. Elongatum* va *Th. Junceiforme* turlarining sitogenetik xususiyatlari, genom tarkibi hamda biotik va abiotik stresslarga chidamlilik genlarini introgressiya qilish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Adabiyotlar tahlili asosida partial amfiploidlarning bug‘doyning chidamli navlarini yaratishda oraliq seleksion bo‘g‘in sifatidagi ahamiyati asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: *Triticum aestivum*, *Thinopyrum*, partial amfiploid, introgressiya, poliploidizatsiya, sitogenetika, bug‘doy seleksiyasi.

Аннотация. В данной статье анализируются механизмы создания частичных (парциальных) амфиплоидных форм, полученных в результате межвидовой гибридизации мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с дикими сородичами рода *Thinopyrum* (*Agropyron*). Рассматриваются цитогенетические особенности, геномный состав видов *Th. ponticum*, *Th. intermedium*, *Th. elongatum* и *Th. junceiforme*, а также возможности интрогрессии генов устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам. На основе анализа литературы обосновано значение частичных амфиплоидов как промежуточного селекционного звена в создании устойчивых сортов пшеницы.

Ключевые слова: *Triticum aestivum*, *Thinopyrum*, частичный амфиплоид, интрогрессия, полиплоидизация, цитогенетика, селекция пшеницы.

Abstract. This article analyzes the mechanisms for creating partial amphiploid forms obtained through intergeneric hybridization between common wheat (*Triticum aestivum* L.) and wild relative species belonging to the *Thinopyrum* (*Agropyron*) genus. The cytogenetic characteristics and genome compositions of *Th. ponticum*, *Th. intermedium*, *Th. elongatum*, and *Th. junceiforme* are examined, alongside the possibilities of introgressing genes for resistance to biotic and abiotic stresses. Based on a literature review, the significance of partial amphiploids as an intermediate breeding link in the development of resistant wheat varieties is substantiated.

Keywords: *Triticum aestivum*, *Thinopyrum*, partial amphiploid, introgression, polyploidization, cytogenetics, wheat breeding.

Введение. В современной селекции зерновых культур обогащение генофонда культурной пшеницы за счёт её диких родственных видов рассматривается как важное стратегическое направление. Узость генетической базы культурной пшеницы обуславливает её повышенную восприимчивость к болезням и экстремальным климатическим факторам. Виды рода *Thinopyrum* обладают уникальными генами устойчивости к засухе, засолению и ржавчинным заболеваниям. Интрогрессия этих генов в геном пшеницы посредством создания амфиплоидных форм является одним из



“SHIMOLIY MINTAQALARDA QISHLOQ XOJALIGINI RIVOJLANTIRISHNING DOLZARB MASALALARI VA ULARNING INNOVATSION ECHIMLARI” mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy konferensiya



перспективных направлений селекции [6]. Цель настоящего исследования — анализ генетической структуры частичных амфиплоидных форм и оценка их значения в практической селекции.

Методы. Методологическую основу исследования составил анализ геномных классификаций и теоретических положений полиплоидной системы, разработанных Hitoshi Kihara [7] и Douglas R. Dewey [3].

Схемы получения межвидовых гибридов, методы искусственного удвоения хромосом (обработка колхицином), а также механизмы формирования полных аллополиплоидных форм ($2n = 112$) и частичных амфиплоидов изучались на основе сравнительного цитогенетического анализа.

В процессе геномной интрогрессии оценивались спаривание хромосом, стабильность мейоза и гомеологические взаимодействия.

Результаты. Проведённый анализ показал, что виды рода *Thinopyrum* характеризуются сложной полиплоидной структурой.

Thinopyrum ponticum ($2n = 10x = 70$) является декаплоидным видом и рассматривается как важный донор генов устойчивости к абиотическим стрессам [1].

При скрещивании *Triticum aestivum* ($n = 21$) $\times$ *Thinopyrum ponticum* ($n = 35$) у гибридов F_1 формируется $2n = 56$ хромосом. Однако вследствие гомеологической несовместимости геномов такие гибриды не образуют стабильного спаривания хромосом в мейозе и фактически являются стерильными.

После обработки гибридов F_1 алкалоидом колхицином происходит удвоение числа хромосом, и получают полные амфиплоидные формы с $2n = 112$. В этом случае каждый геном имеет гомологичную пару, что частично стабилизирует мейоз. Тем не менее формы с 112 хромосомами не внедряются непосредственно в производство из-за нарушения гомеостаза, снижения качества зерна и недостаточной агрономической адаптивности [4].

В связи с этим данные гибриды многократно подвергаются обратным скрещиваниям (беккроссам) с сортами культурной пшеницы. В процессе происходит элиминация избыточных хромосом дикого вида и восстановление генома пшеницы, что приводит к формированию частичных (partial) амфиплоидов. В результате число хромосом приближается к $2n = 42-44$. Такие формы, сохраняя высокую урожайность пшеницы, одновременно несут гены устойчивости к стрессам, характерные для видов *Thinopyrum* [5].

Таким образом, в селекции предпочтение отдаётся не полным аллополиплоидам, а формам с частичной интрогрессией — partial амфиплоидам. Как подчёркивал Hitoshi Kihara [7], каждый амфиплоид является полиплоидом, однако не каждый полиплоид является амфиплоидом (например, автополиплоиды).

Преимущество partial амфиплоидов заключается в том, что при сохранении основных 42 хромосом пшеницы они включают лишь определённые сегменты или отдельные хромосомы дикого вида. Например, форма *Wheat–Thinopyrum ponticum partial amphiploid 3* продемонстрировала более высокую стабильность в селекционном процессе [8].

Такие интрогрессивные линии эффективно сохраняют гены устойчивости к стрессам при минимизации передачи нежелательных признаков (мелкозёрность, позднеспелость, травянистость).



“SHIMOLIY MINTAQLARDA QISHLOQ XOJALIGINI RIVOJLANTIRISHNING DOLZARB MASALALARI VA ULARNING INNOVATSION ECHIMLARI” mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy konferensiya



Различные виды *Thinopyrum* отличаются специфическим числом хромосом и геномным составом:

Таблица 1

Цитогенетическая характеристика видов рода *Thinopyrum*

Название вида	Число хромосом (2n)	Уровень плоидности	Геномная формула
Th. ponticum	70	10x (Dekaploid)	JJJJ ^s J ^s
Th. intermedium	42	6x (Geksaploid)	J ^r J ^r J ^v J ^v StSt
Th. elongatum	14	2x (Diploid)	EE
Th. junceiforme	28 / 42	4x / 6x	J ^j J ^j E ^j E ^j

Цитогенетические исследования [9] показали, что *Thinopyrum junceiforme* имеет тетраплоидную природу. В природных условиях в результате естественной гибридизации тетраплоидной формы данного вида с близкородственными видами (например, *Thinopyrum elongatum*) сформировались авто- или аллополиплоидные гексаплоидные формы ($2n = 6x = 42$).

Однако в селекционной практике преимущественно используется тетраплоидная форма с 28 хромосомами.

Обсуждение. Интрогрессия из генома *Thinopyrum* в пшеницу локусов устойчивости к ржавчине, таких как Lr19, Sr24, Sr25, имеет важное практическое значение. Использование partial амфиплоидов способствует снижению передачи нежелательных признаков диких видов («генетической нагрузки»).

Полученные результаты показывают, что partial формы выполняют функцию эффективного «генетического моста» при передаче культурным сортам таких признаков, как глубокая корневая система, устойчивость к абиотическим стрессам и удлинённый вегетационный период (многолетний тип развития) [2].

Заключение. Создание partial амфиплоидных форм в системе *Triticum–Thinopyrum* является важным направлением расширения биоразнообразия пшеницы. Такие линии сочетают высокую урожайность культурной пшеницы с устойчивостью к стрессовым факторам, присущей её диким родственникам.

Это придаёт им существенное научное и практическое значение для обеспечения устойчивой продовольственной безопасности в условиях изменения климата.

Список использованной литературы

1. Chen Q., Conner R.L., Ahmad F. Molecular cytogenetic characterization of *Thinopyrum* introgressions in wheat // Theoretical and Applied Genetics. – 1998. – Vol. 97. – P. 123–131.
2. Cox T.S., Glover J.D., Van Tassel D.L., Cox C.M., DeHaan L.R. Prospects for developing perennial grain crops // BioScience. – 2006. – Vol. 56, № 8. – P. 649–659.
3. Dewey D.R. The genomic system of classification as a guide to intergeneric hybridization with the perennial Triticeae // Herbarium Publications. – 1984. – Vol. 11. – P. 209–279.
4. Friebe B., Jiang J., Raupp W.J., McIntosh R.A., Gill B.S. Characterization of wheat–alien translocations conferring resistance to diseases and pests: current status // Crop Science. – 1996. – Vol. 36. – P. 1441–1452.
5. Gill B.S., Raupp W.J. Direct genetic transfers from *Aegilops squarrosa* L. to hexaploid wheat // Crop Science. – 1987. – Vol. 27. – P. 445–450.



**“SHIMOLIY MINTAQALARDA QISHLOQ XOJALIGINI
RIVOJLANTIRISHNING DOLZARB MASALALARI VA
ULARNING INNOVATSION ECHIMLARI”
mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy konferensiya**



6. Jiang J., Friebe B., Gill B.S. Recent advances in alien gene transfer in wheat // *Euphytica*. – 1994. – Vol. 73. – P. 199–212.
7. Kihara H. Genomanalyse bei Triticum und Aegilops // *Cytologia*. – 1930. – Vol. 1. – P. 263–284.
8. Qi L.L., Friebe B., Zhang P., Gill B.S. Homoeologous recombination, chromosome engineering and crop improvement in wheat–Thinopyrum hybrids // *Genetics*. – 2007. – Vol. 175. – P. 421–430.
9. King I. P. Identification of Thinopyrum junceiforme chromosomes retained in wheat using double labelling of whole genome in situ hybridization / I. P. King, K. A. Reader, R. M. D. Koebner [et al.] // *Theoretical and Applied Genetics*. – 1997. – Vol. 94, № 5. – P. 552–556.