

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА НА МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

© 2017 А.В. Милехин, А.И. Менибаев, А.А. Булгакова

ФГБНУ «Самарский НИИСХ», п.г.т. Безенчук Самарской обл.

Статья поступила в редакцию 16.11.2017

Изложены первичные результаты космического эксперимента с семенами высших растений, проведенного на космическом аппарате Фотон-М №4. Представлены материалы полевых наблюдений и лабораторных анализов за 2017 г.

Ключевые слова: космический эксперимент, семена сельскохозяйственных культур, факторы космического полета.

При создании новых форм культурных растений с комплексом хозяйственно-значимых признаков в процессе селекции селекционер сталкивается с ограниченностью возможностей внутривидового рекомбинационного геноза. Для расширения генотипической вариативности разрабатываются новые методы (индуцирование эпигенетической экспрессии «спящих» генов, межвидовая гибридизация в сочетании с индуцированным мутагенезом, трансгеноз и др.). Наш опыт показывает, что электромагнитное или радиационное облучение является наиболее эффективным в создании нового исходного материала различных сельскохозяйственных культур. В 1983 году при облучении сухих семян сорта гороха Куйбышевский гамма-лучами в дозе 12 кило рентген была выделена линия БМ-2-2-239/1 с новым признаком роста стебля. Растения этой линии характеризовались компактным верхушечным расположением бобов, такая конструкция обеспечивала дружное их созревание, что облегчало механизированную уборку. Впоследствии эта линия послужила источником создания целой серии сортов гороха «Флагман», характеризующихся высокой урожайностью и качеством зерна, а самое главное пригодностью к уборке прямым комбайнированием. Однако до сих пор многие проблемы не решены до конца. Условия космического полета (минимальное влияние магнитного поля Земли, отсутствие гравитации, ионизирующее и электромагнитное космическое излучение) теоретически могут повлиять на процессы экспрессии генов и рекомбинационного геноза, что может расширить веретено генотипической вариативности и получить

новые хозяйственно значимые генетические конструкции. Таким образом, основная задача, поставленная нами в эксперименте – изучить влияние факторов космического полета на морфобиологические, генетические признаки и свойства, а также характер их наследования у различных сельскохозяйственных культур с целью дальнейшего создания нового исходного материала, увеличения биоразнообразия культур и последующего создания перспективных сортов, адаптированных к различным агроэкологическим условиям Российской Федерации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Полет российского научно-исследовательского спутника Фотон-М №4, запущенного на орбиту Земли с космодрома «Байконур» 19 июля 2014 года, выполнялся в рамках научной программы Совета Российской академии наук по космосу и Федерального космического агентства России. Аппарат был запущен в космос для проведения экспериментов в области биологии, физиологии, космической технологии и биотехнологии в условиях микрогравитации. На борту биокапсулы находились гекконы, мухи-дрозофилы, яйца шелкопряда, грибы, а также семена хозяйственно значимых сельскохозяйственных культур (яровая мягкая и твердая пшеница, горох, картофель). Для проведения космических экспериментов учеными ФГБНУ «Самарский НИИСХ» было подготовлено 30 биообразцов семян в пластиковых пакетах по 50 грамм в каждом. Контрольная группа биообразцов находилась на хранении в лабораториях института.

После экспонирования в космосе семена были доставлены для лабораторного и полевого изучения в лаборатории ФГБНУ «Самарский НИИСХ». В научном эксперименте «Генетика – пшеница» участвовали сорта, и перспективные селекционные линии яровой мягкой пшеницы: Тулайковская золотистая, Тулайковская 5, Ту-

Милехин Алексей Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией биотехнологии сельскохозяйственных растений. E-mail: samniish@mail.ru
Менибаев Асхат Исмаилович, научный сотрудник лаборатории селекции и генетики яровой мягкой пшеницы.
Булгакова Анастасия Александровна, научный сотрудник лаборатории селекции и генетики яровой мягкой пшеницы.

лайковская 100, Тулайковская 10, Тулайковская 110, Тулайковская победа, Грекум 1003, Лютесценс 916. Схема опыта предусматривала три варианта: 1. вариант «К» (семена хранившиеся в наземных условиях); 2. вариант «ГИПО» (семена, находившиеся во время полета в гипоманитном модуле); 3. вариант «НЭ» (семена, находившиеся во время полета в обычном модуле). Полевой эксперимент был организован путем посева семян на шестирядковых делянках площадью 1,0 м² в двух повторениях с рендомизированным размещением по блокам. В период вегетации проведены фенологические наблюдения. Перед уборкой с каждой делянки были отобраны растения (25 шт.) для определения структуры урожая по признакам: высота растений, длина верхнего междоузлия, длина колоса, количество колосков в колосе, масса стебля, масса колоса, масса зерна. В данной научной работе представлены результаты наземного морфобиологического исследования генетических образцов яровой мягкой пшеницы первого послепоплетного поколения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенные лабораторные и полевые исследования показали разностороннее влияние условий космической среды на биометрические показатели растений различных генотипов яровой мягкой пшеницы (табл. 1-4).

Значимое влияние экспериментальной среды оказано на биометрические показатели стебля большинства генотипов. Исключение составил лишь сорт Тулайковская 10 по которому не

зафиксировано достоверное изменение высоты растения, длины верхнего междоузлия и длины колоса (табл. 1).

При этом, при выращивании опытных семян второго года в период вегетации 2017 года данные тенденции не подтвердились. Достоверные изменения отмечены только у сортов Тулайковская золотистая (высота растений НЭ), Тулайковская 100 (длина верхнего междоузлия НЭ) и Лютесценс 916 (высота растений ГИПО) (табл. 2).

Существенное влияние факторов космического полета на биометрические показатели колоса были зафиксированы лишь у отдельных генотипов и только по количеству колосков в колосе.

При выращивании опытных семян первого года в период вегетации 2016 года положительное влияние отмечено у сортов Тулайковская золотистая и Лютесценс 916, в то время как у сорта Тулайковская 10 отрицательное. Влияние космических условий среды на массу колоса и зерна в зависимости от генотипов не наблюдалось (табл. 3).

В условиях вегетации 2017 года достоверного влияния факторов космической среды на биометрические показатели колоса не установлено (табл. 4).

Отсутствие, в большинстве случаев, значимых морфо-биологических изменений в исследуемых образцах яровой мягкой пшеницы вероятно связано с использованием в качестве объекта изучения сухих семян находящихся в состоянии глубокого биологического покоя. По литературным данным, максимальное воздействие мутагенных факторов отмечается, как правило, на активно развивающихся точках ро-

Таблица 1. Влияние факторов космического полета на биометрические показания стебля, 2016 г.

Опытные образцы	Высота растения, см			Длина верхнего междоузлия, см			Длина колоса, см		
	НЭ	ГИПО	К	НЭ	ГИПО	К	НЭ	ГИПО	К
Тулайковская золотистая	71,6	75,8	71,4	29,9	30,7	31,0	8,2	7,3	6,7
Грекум 1003	60,5	67,0	69,1	27,5	27,4	28,7	7,8	7,9	9,4
Тулайковская 5	61,4	58,3	69,0	28,7	23,9	29,6	6,7	7,3	7,7
Тулайковская 100	68,9	61,7	61,8	31,9	27,6	27,9	7,2	6,8	6,4
Лютесценс 916	71,7	74,4	70,8	32,2	35,7	31,7	6,2	8,1	7,1
Тулайковская 10	77,4	76,4	75,4	34,2	32,5	31,0	7,6	7,8	8,2
Тулайковская 110	76,4	78,6	72,0	32,8	33,3	30,8	8,8	9,2	9,0
Тулайковская победа	72,8	72,5	71,3	34,6	32,7	31,1	8,7	8,5	8,1
НСР 05	6,26			3,28			1,11		

Таблица 2. Влияние факторов космического полета на биометрические показания стебля, 2017 г.

Опытные образцы	Высота растения, см			Длина верхнего междоузлия, см			Длина колоса, см		
	НЭ	ГИПО	К	НЭ	ГИПО	К	НЭ	ГИПО	К
Тулайковская золотистая	83,3	87,0	91,3	38,3	37,1	39,6	9,9	9,5	9,9
Грекум 1003	89,9	88,7	88,6	47,8	45,1	46,4	9,2	9,8	9,0
Тулайковская 5	83,2	82,7	83,9	42,1	41,1	43,0	10,2	10,1	10,0
Тулайковская 100	75,0	81,3	78,4	34,6	39,7	38,1	8,7	10,2	9,9
Лютесценс 916	80,9	75,6	83,5	42,2	36,6	40,0	9,1	9,6	10,1
Тулайковская 10	90,0	86,3	89,2	43,2	38,1	40,1	10,0	9,8	9,9
Тулайковская 110	81,0	82,0	84,2	35,9	37,9	38,6	8,6	9,7	9,6
Тулайковская победа	86,0	86,0	81,3	41,2	39,5	37,8	8,6	10,2	9,3
НСР 05	4,7			3,4			Не достоверно		

Таблица 3. Влияние факторов космического полета на биометрические показатели колоса, 2016 г.

Опытные образцы	Количество колосков в колосе, шт.			Масса колоса, г			Масса 1000 зерен, г		
	НЭ	ГИПО	К	НЭ	ГИПО	К	НЭ	ГИПО	К
Тулайковская золотистая	14,0	12,0	11,4	1,8	1,8	1,0	34,5	35,6	33,2
Грекум 1003	13,4	14,0	14,6	1,2	1,4	2,0	28,1	32,9	17,8
Тулайковская 5	11,6	11,2	12,2	1,2	1,2	1,6	29,9	32,4	34,7
Тулайковская 100	13,3	13,4	11,6	1,2	1,0	1,4	34,7	29,1	32,5
Лютесценс 916	11,8	14,2	11,1	1,0	1,6	1,2	31,1	33,2	30,4
Тулайковская 10	11,8	13,0	14,8	1,4	1,2	1,4	33,1	30,3	31,5
Тулайковская 110	14,8	15,8	14,6	1,8	2,0	1,8	30,5	35,9	31,8
Тулайковская победа	14,2	13,6	14,2	1,6	1,8	1,6	34,2	34,7	32,8
НСР 05	1,95			Не достоверно			Не достоверно		

ста растений [1]. Таким образом, при дальнейшем изучении факторов космического полета в качестве объекта исследования нами предлагается использование культуры клеточной (калусной) ткани различных генотипов. В 2017 году в лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных растений была получена клеточная культура *in vitro* различных сортов яровой мягкой пшеницы. Начаты экспериментальные работы по определению оптимальных режимов культивирования растительной клеточной

культуры в условиях космического полета. Совместно с учеными Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева ведется разработка опытного образца биоинкубатора для культивирования клеточной культуры в условиях космоса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенные лабораторные и полевые эксперименты показывают различную

Таблица 4. Влияние факторов космического полета на биометрические показатели колоса, 2017 г.

Опытные образцы	Количество колосков в колосе, шт.			Масса колоса, г			Масса 1000 зерен, г		
	НЭ	ГИПО	К	НЭ	ГИПО	К	НЭ	ГИПО	К
Тулайковская золотистая	15,4	15,4	15,4	2,05	1,77	1,80	37,5	34,9	35,3
Грекум 1003	14,8	14,6	14,2	2,0	1,98	1,92	39,2	37,3	34,6
Тулайковская 5	13,5	12,8	14,4	1,97	2,13	1,80	53,4	58,2	37,4
Тулайковская 100	13,2	15,6	15,1	1,23	2,03	1,86	35,1	38,6	41,2
Лютесценс 916	13,9	15,0	15,4	1,49	1,70	2,20	37,0	37,3	40,8
Тулайковская 10	12,8	15,4	14,6	2,03	1,93	2,35	40,0	35,8	41,7
Тулайковская 110	12,8	15,4	15,0	1,54	1,61	1,69	37,6	34,9	37,3
Тулайковская победа	13,0	14,6	14,0	1,57	1,95	1,66	39,3	39,5	38,9
НСР 05	Не достоверно			Не достоверно			Не достоверно		

степень и характер влияния факторов космического полета на различные генотипы яровой мягкой пшеницы. Для установления достоверного влияния необходимо проведение дополнительных исследований на клеточном уровне. Считаем целесообразным при продолжении изучения влияния факторов космического полета на растительный материал в качестве объекта исследований

использовать растительную клеточную культуру в виде активно-растущей клеточной ткани.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ауэрбах Ш. Проблемы мутагенеза. Пер. с англ. Э.В. Гнездицкой и др.; [под ред. Н.И. Шапиро]. М.: Мир, 1978. 463 с. .

THE INFLUENCE OF SPACE FLIGHT FACTORS ON MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DIFFERENT GENOTYPES OF SPRING WHEAT

© 2017 A.V. Milyokhin, A.I. Minibaev, A.A. Bulgakova

Samara Research Scientific Institute of Agriculture, Bezenchuk, Samara Region

We presented the initial results of the space experiment with the seeds of higher plants, carried on the spacecraft Foton-M №4. Materials of field observations and laboratory analyzes for 2017.

Keywords: space experiment, the seeds of crops, the factors of space flight.

Alexey Milekhin, Candidate of Agricultural Sciences, Head of Agricultural Plants Biotechnology Laboratory.

E-mail: samniish@mail.ru

Ashat Minibaev, Research Fellow of Selection and Genetics of Spring Soft Wheat Laboratory.

Anastasiya Bulgakova, Research Fellow of Selection and Genetics of Spring Soft Wheat Laboratory.