

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

С 564

P19-88-131

П.Совински, Л.В.Быкова, М.Щепанковска

**ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ
НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ КЛЕТОЧНЫХ МЕМБРАН
И СТЕПЕНЬ ХОЛОДОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
В ПРОРОСТКАХ КУКУРУЗЫ
Импульсные магнитные поля**

1988

ВВЕДЕНИЕ

У многих видов растений, происходящих из зоны тропиков и субтропиков, низкие положительные температуры (10°C) вызывают сильные повреждения. Одной из причин этого является нарушение функций клеточных мембран^{/6,7/}. Кукуруза является одной из таких холодочувствительных культур. У этого растения критической температурой, ниже которой возникают разрушения, является 9°C ^{/8/}.

Считается, что у кукурузы магнитное поле может вызывать повышение устойчивости к неблагоприятным условиям среды^{/3/}. Механизмы, ответственные за реакции растений на действие магнитных полей, еще не известны, но, по мнению некоторых авторов, этот физический фактор может вызывать изменения функционирования клеточных мембран^{/1,8/}.

Цель нашей работы заключается в попытке непосредственного изучения влияния МП на некоторые свойства клеточных мембран у проростков кукурузы и их чувствительность к экологическому стрессу — низкой температуре.

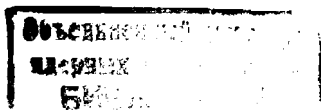
ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ И МЕТОДИКА

В данной работе объектом исследования явились проростки кукурузы (*Zea mays* L.). Для расширения диапазона исследований внутривидовых различий в реакциях растений на импульсное магнитное поле (ИМП) использовано три гибрида кукурузы, имеющих разный уровень холодочувствительности: F7 x F2 — низкий уровень холодочувствительности, F7 x C0 151 — средний уровень холодочувствительности и S72 x C0 125 — высокий уровень холодочувствительности^{/12/}.

Подготовка и выращивание растительного материала

Зерна (*scuropsis*) кукурузы обеззараживали средством против развития грибков (Картан, Франция) и равномерно размещали на фильтровальной бумаге в чашках Петри (16 зерен на 1 чашку). Фильтровальная бумага увлажнялась 10 см^3 дистиллированной воды.

Проращивание зерен производилось в темноте при температуре 26°C в течение 5 суток. В конце периода проращивания в каждую чашку добавлялось по 3 см^3 дистиллированной воды.



Импульсное магнитное поле и методика его применения

Система, позволяющая получить импульсное магнитное поле, создана в секторе биологических исследований Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ; она состоит из электромагнита, который формирует пространственно однородное магнитное поле, и генератора, формирующего низкочастотные импульсы тока трапециевидной формы. Генератор позволяет регулировать в широких пределах все временные параметры импульса и его амплитуды. Максимальная напряженность магнитного поля, применяемая в работе, составляла 100 Э.

Изучено влияние 1, 10 и 100 импульсов, имеющих скорости нарастания напряженности магнитного поля 1 Э/с, 10 Э/с и 100 Э/с в каждом варианте. Во всех вариантах длительность плато составляла 10 с, а скорость спада напряженности магнитного поля 100 Э/с. Во время омагничивания растения находились в темноте при температуре $20 \pm 1^\circ\text{C}$. В таких же условиях находились растения из контрольной группы.

Применение низких положительных температур

Сразу за омагничиванием половина чашек с опытной и контрольной группами растений была перенесена на холод: $1,0 - 2,0^\circ\text{C}$. Воздействие низкой положительной температуры продолжалось в течение 48 часов. Все это время растения остальных чашек (опыт — контроль) находились в условиях проращивания (26°C).

Оценка изменения проницаемости клеточных мембран

Для оценки изменения проницаемости клеточных мембран был применен кондуктометрический тест /10,11/. Сущность метода заключается в оценке выхода электролитов через плазматические мембраны в окружающий раствор. Эта величина характеризует проницаемость клеточных мембран и значительно увеличивается в результате повреждения этих структур под действием различных неблагоприятных условий окружающей среды.

Для каждого исследуемого варианта из шести чашек Петри отбирали 60 растений. От верхней части эпикотеля каждого растения отрезали фрагменты длиной 10 мм. Эти фрагменты помещали в пробирки (6 отрезков на пробирку), содержащие по 25 см^3 дистиллированной воды. Основой оценки скорости выхода внутриклеточных электролитов является изменение электропроводности раствора, содержащего фрагменты растительной ткани. Измерения электропроводности этих растворов были проведены через 6 часов инкубации тканей.

Во время инкубации пробирки с фрагментами ткани постоянно встряхивались лабораторным аппаратом для перемешивания растворов. После измерения электропроводности растворов содержимое пробирок подвергалось кипячению для полного разрушения мембран.

Данные измерения электропроводности растворов после охлаждения пробирок и доведения объема рабочего раствора до 25 см^3 путем добавления дистиллированной воды являлись показателем полного содержания внутриклеточных электролитов в исследуемых тканях.

Относительная утечка внутриклеточных электролитов (ВЭ) рассчитывалась по формуле

$$\text{ВЭ} = \frac{\Pi_1 - \Pi_0}{\Pi_2 - \Pi_0} \times 100\%,$$

где Π_1 — электропроводность раствора после шести часов инкубации ткани, Π_2 — электропроводность раствора после кипячения, Π_0 — электропроводность дистиллированной воды.

Так как в результате проведенных расчетов были получены процентные величины, для их статистического анализа применена трансформация Бласса:

$$y = \arcsin \sqrt{\text{ВЭ}},$$

где y — величина после трансформации Бласса в градусах Бласса ($^\circ\text{Б}$), ВЭ — относительная утечка электролитов (%).

Для определения коэффициента повреждения (КП) использовалась формула

$$\text{КП} = \frac{V_c - V_k}{V_k} \times 100\%,$$

где V_c — относительная утечка внутриклеточных электролитов из поврежденной холодом ткани, V_k — относительная утечка внутриклеточных электролитов из контрольных тканей.

Исследование каждого варианта было проведено 4 раза.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для исследования были использованы гибриды кукурузы с разным уровнем чувствительности к низкой температуре. Коэффициент повреждения для сорта F7 × F2 равняется 43% (табл.1), для F7 × CO151 — 65% (табл.2) и для S72 × CO125 — 80% (табл.3).

Цифры представляют собой среднее четырех опытов. Для данных трансформированных в градусы Бласса, посчитано стандартное отклонение.

Таблица 1. Относительная утечка внутриклеточных электролитов у проростков гибрида кукурузы F7 × F2

		K0	K1	K10	K100	X0	X1	X10	X100
0*	%	16,0	15,0	15,4	14,8	23,2	23,2	21,8	22,2
	°Б	23,6	22,9	23,1	22,6	28,8	28,8	27,8	28,1
		±2,8	±1,7	±2,0	±2,6	±2,8	±1,8	±2,8	±3,2
1 им-пульс	%	15,8	15,6	16,0	16,0	22,6	22,3	24,4	23,4
	°Б	23,4	23,3	23,6	23,6	28,4	28,2	29,6	28,9
		±0,7	±0,3	±0,7	±0,7	±1,6	±1,4	±1,7	±1,7
10 им-пульсов	%	17,7	16,5	16,4	16,5	24,4	25,2	27,1	26,1
	°Б	24,9	24,0	23,9	24,0	29,6	30,1	31,4	30,7
		±1,0	±1,2	±1,3	±1,4	±3,4	±2,3	±4,0	±4,1
100 им-пульсов	%	15,5	15,5	15,5	15,6	22,8	24,1	23,2	22,6
	°Б	23,2	23,2	23,2	23,3	28,5	29,4	28,8	28,4
		±1,6	±1,7	±1,2	±0,9	±2,8	±3,6	±1,8	±1,7
Средняя	%	16,3				23,3			КП = 43%
	°Б	23,8				28,8			
		±0,7				±0,5			

Обозначения: К – температура $26 \pm 0,5^\circ\text{C}$, X – температура $1,5 \pm 0,3^\circ\text{C}$.

Скорость нарастания импульса: 0 – без омагничивания, 1 – 1 Э/с, 10 – 10 Э/с, 100 – 100 Э/с.

* – Серия из четырех контрольных опытов. Все варианты без омагничивания.

Точность примененного нами и широко признанного / 2, 4, 5, 10, 11 / способа оценки холодочувствительности растений была достаточна для обнаружения даже малых различий в степени повреждения клеточных мембран: коэффициент отклонения внутри серии опытов (4 опыта для одного варианта) редко превышал 8%. Но ни у одного из исследованных гибридов не обнаружено признаков влияния ИМП с данными характеристиками на проницаемость клеточных мембран у растений, поврежденных холодом, а также у контрольных растений.

Следующим этапом работы будет изучение влияния постоянного магнитного поля на изменение свойств клеточных мембран и степени холодочувствительности кукурузы.

Таблица 2. Относительная утечка внутриклеточных электролитов у проростков гибрида кукурузы F7 × CO151 (обозначения, как в табл.1)

		K0	K1	K10	K100	X0	X1	X10	X100
	%	15,9	15,3	15,1	15,4	25,8	27,8	25,6	26,7
	°Б	23,5	23,0	22,9	23,1	30,5	31,8	30,4	31,1
		±2,0	±1,2	±1,6	±1,3	±3,1	±3,3	±3,8	±4,9
1 им-пульс	%	15,9	15,9	15,5	15,8	28,9	29,0	29,2	29,3
	°Б	23,5	23,5	23,2	23,4	32,5	32,6	32,7	32,8
		±0,7	±0,7	±0,4	±1,3	±1,8	±2,5	±2,3	±2,3
10 им-пульсов	%	15,5	15,5	15,4	15,4	27,5	27,2	28,1	27,6
	°Б	23,3	23,2	23,1	23,3	31,6	31,4	32,0	31,7
		±0,4	±1,3	±0,7	±0,7	±0,7	±0,7	±1,9	±2,6
100 им-пульсов	%	15,4	15,3	16,4	16,0	21,9	20,9	22,8	22,9
	°Б	23,1	23,0	23,9	23,6	27,9	27,2	28,5	28,6
		±0,4	±1,0	±0,9	±0,6	±0,6	±2,8	±0,9	±1,8
Средняя	%	15,7				26,0		КП = 65,6%	
	°Б	23,4				30,6			
		±0,2				±1,7			

Таблица 3. Относительная утечка внутриклеточных электролитов у проростков сорта S72 × CO125 (обозначения, как в табл.1)

		K0	K1	K10	K100	X0	X1	X10	X100
	%	12,3	12,8	12,7	13,0	22,5	23,4	22,0	23,5
	°Б	20,5	21,0	20,9	21,1	28,3	28,9	28,0	29,0
		±0,6	±0,8	±0,5	±0,9	±2,6	±2,7	±2,8	±2,7
1 им-пульс	%	11,8	11,1	12,0	11,8	20,9	21,5	20,6	20,3
	°Б	20,1	19,5	20,3	20,1	27,2	27,6	27,0	26,3
		±0,3	±0,6	±0,9	±0,4	±2,9	±2,8	±2,8	±2,7
10 им-пульсов	%	13,6	12,6	12,7	12,4	26,5	24,4	26,1	24,1
	°Б	21,6	20,8	20,9	20,6	31,0	29,6	30,7	29,4
		±1,3	±1,3	±1,0	±1,4	±2,7	±3,4	±2,1	±3,0
100 им-пульсов	%	13,2	12,4	13,0	13,1	20,9	19,1	20,3	21,0
	°Б	21,3	20,6	21,1	21,2	27,2	25,9	26,6	27,3
		±0,6	±1,7	±1,5	±1,6	±2,5	±1,8	±3,0	±3,2
Средняя	%	12,7				22,7		КП = 78,7%	
	°Б	20,9				28,4			
		±0,6				±1,5			

ВЫВОДЫ

Импульсное магнитное поле с 1, 10, 100 импульсами при скорости нарастания импульса 1, 10, 100 Э/с не влияет у кукурузы на проницаемость клеточных мембран и не понижает холодочувствительности, которые оцениваются кондуктометрическим тестом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристархов В.М. и др. Реакции биологических систем на магнитное поле. М.: Наука, 1978, с.6-25.
2. Chan H.T. et al. Hort Sci., 1985, 20, p.1070-1072.
3. Harold Forster Industries LTD. Technical Report. Canada, Alberta, Lethbridge, 1975.
4. King A. et al. Plant Physiol., 1982, 70, p.211-214.
5. Leopold A.C. and Musgrave M.E. Plant Physiol., 1979, 64, p.702-705.
6. Levitt J. Responses of Plants to Environmental Stresses. Academic Press, New York, 1980.
7. Lyons M.J. Ann.Rev.Plants Physiol., 1973, 24, p.445-466.
8. Новицки Ю.И. Реакции биологических систем на магнитное поле. М.: Наука, 1978, с.117-130.
9. Pike C.S. and Berry J.A. Plant Physiol., 1980, 66, p.238-241.
10. Rikin A. et al. Plant & Cell Physiol., 1979, 20, p.1537-1546.
11. Rikin A. et al. Plant & Cell Physiol., 1981, 22, p.453-460.
12. Sowinski P. and Maleszewski S. Acta Physiol. Plant., in press.

Рукопись поступила в издательский отдел
24 февраля 1988 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
Д2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
Д1.2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
Д17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. (2 тома)	7 р. 75 к.
Д11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р. 00 к.
Д13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна, 1985.	4 р. 80 к.
Д4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
Д3,4,17-86-747	Труды V Международной школы по нейтронной физике Алушта, 1986.	4 р. 50 к.
—	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984. (2 тома)	13 р. 50 к.
Д1.2-86-668	Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1986. (2 тома)	7 р. 35 к.
Д9-87-105	Труды X Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1986. (2 тома)	13 р. 45 к.
Д7-87-68	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Дубна, 1986.	7 р. 10 к.
Д2-87-123	Труды Совещания "Ренормгруппа - 86". Дубна, 1986.	4 р. 45 к.
Д4-87-692	Труды Международного совещания по теории малочастичных и кварк-адронных систем. Дубна, 1987.	4 р. 30 к.
Д2-87-798	Труды VIII Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1987.	3 р. 55 к.
Д14-87-799	Труды Международного симпозиума по проблемам взаимодействия мюонов и пионов с веществом. Дубна, 1987	4 р. 20 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79. Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.