

УДК 581.1:538.6

НАБУХАНИЕ СЕМЯН В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

**Н.Ю. Бутавин, Я.М. Халяпина, Т.И. Смирнова,
М.А. Пастушенкова, Ю.Г. Казайшвили**

Тверская государственная медицинская академия

В лабораторных условиях исследовано влияние слабого постоянного магнитного поля на изменение кислотности среды набухания и степени набухания семян культурных злаков.

Ключевые слова: Triticum aestivum L., Avena sativa L., Secale cereale L., Hordeum vulgare L., биополимеры, набухание, магнитное поле.

Физические поля наряду с химическими загрязнителями по мере технического прогресса общества все в большей степени изменяют экологическое состояние биосферы. Так, искусственные магнитные поля (МП) можно причислить к ряду новых экологических факторов, к которым организм животных и человека не адаптировался [1]. Сведения о возможности адаптации растений к воздействию МП противоречивы [7]. Далеко не всегда ясен механизм влияния МП на биологический объект. Чаще всего это воздействие носит опосредованный характер – через водные системы. Чистая вода, водные растворы многих веществ, в том числе фармакологических препаратов, меняют свойства после обработки в МП [3; 10; 11]. Актуальность изучения воздействия МП на растения не ослабевает еще и по той причине, что МП наряду с электрическим полем с различными уровнями успешности применяют в растениеводстве с целью повышения урожайности культивируемых растений [2; 8; 13 – 15].

Рассмотрение характера этого воздействия в лабораторных условиях удобнее всего проводить с использованием доступных в необходимых количествах семян культурных или лекарственных растений. Поэтому целью предпринятого исследования было изучение воздействия постоянного магнитного поля (ПМП) на процесс набухания семян культурных злаков, точнее, на степень набухания и характер взаимодействия с внешней средой по изменению ее кислотности.

По данным ВОЗ, необратимые изменения в живых организмах могут вызывать постоянные магнитные поля индукцией > 2 Т [6]. В проведенном опыте в качестве фактора воздействия было использовано ПМП индукцией на 2 порядка меньше критической – 0,03 Т.

Для определения степени набухания и изменения кислотности среды набухания были взяты семена пшеницы озимой (*Triticum aestivum* L.), ржи (*Secale cereale* L.), овса (*Avena sativa* L.) и ячменя (*Hordeum vulgare* L.). В качестве «свободного» биополимера был взят пищевой желатин. Навески семян готовили на теххимических весах. Для контроля кислотности водных сред использовали рН-метр «рН – 150 М». Постоянное магнитное поле

индукцией 0,03 Т с горизонтальной ориентацией силовых линий создавалось с помощью постоянного двухполосного магнита. Температуру воздуха определяли спиртовым комнатным термометром с ценой деления 0,5 °С.

Методика эксперимента. Навески семян зерновых культур массой 10,00 г по 5 образцов каждого вида при $t^{\circ} = 22 \pm 1$ °С помещали в химические стаканы объемом 200 мл и заливали 100 мл дистиллированной воды, находившейся в контакте с воздухом лабораторного помещения [9] с исходным значением $pH = 5,7 \pm 0,1$.

Далее определяли pH среды набухания через 10, 20, 30, 40, 60 мин и 24 ч после начала опыта.

Степень набухания семян зависит от их биополимерного состава, преимущественно от уровня содержания белковых веществ, так как содержание более полярных, в том числе ионогенных, групп в составе их молекул выше, чем в составе углеводов [5]. Поскольку запасные вещества злаков представлены в основном углеводами и белками, интенсивнее должны набухать семена с большим содержанием белка.

В семенах, взятых для опыта зерновых культур, среднее содержание белка составляет от 9,9 % (рожь) до 11,6 % (озимая пшеница) [4]. Следовательно, интенсивнее должны набухать семена пшеницы, для которых и была определена степень набухания.

По прошествии 24 ч замачивания в дистиллированной воде жидкость осторожно сливали, а зерно, тщательно осушив фильтровальной бумагой, взвешивали и рассчитывали степень набухания по формуле [7]:

$$\alpha = \frac{m - m_0}{m_0},$$

где α – степень набухания семян; m_0 – исходная масса навески семян (г); m – масса навески семян после набухания (г).

Параллельно проводили аналогичный опыт с экспозицией стакана с набухающими семенами в ПМП.

Влияние ПМП на степень набухания «свободного» биополимера исследовали на белке – желатине.

Статистическая обработка результатов проведена по стандартной методике с использованием коэффициента Стьюдента [12].

Результаты и их обсуждение. В таблице 1 приведены величины изменения pH среды набухания семян злаковых культур при экспозиции в ПМП и без воздействия ПМП.

В течение 1-го часа набухания кислотность среды уменьшалась особенно значительно за первые 10 мин, и за 60 мин сдвиг pH в щелочную область составил от $0,86 \pm 0,09$ (рожь) до $1,91 \pm 0,03$ (овес) ед. pH. Далее кислотность сред менялась очень незначительно, и через 24 ч во всех вариантах наблюдался обратный сдвиг в кислую область на $\sim 0,3$ ед. pH. В ПМП максимальный сдвиг кислотности сред набухания, наблюдаемый без ПМП в течение 60 мин, достигался за 10 мин экспозиции, и в дальнейшем pH оставался некоторое время практически на постоянном уровне, медленно смещаясь к окончанию суток на те же $\sim 0,3$ ед. pH в кислую область.

Таблица 1

Изменение кислотности среды набухания семян зерновых культур при экспозиции в ПМП индукцией $\bar{B} = 0,03T$ и без воздействия ПМП (доверительная вероятность $P = 0,95$ и объем выборки $n = 5$); $t^\circ = 22 \pm 1^\circ C$

Вид семян	Фактор воздействия	Доверительный интервал изменения кислотности pH $\pm \Delta pH$ в зависимости от времени набухания					
		10 мин	20 мин	30 мин	40 мин	60 мин	24 ч
Пшеница озимая	-	0,68 \pm 0,03	0,91 \pm 0,06	0,98 \pm 0,07	1,07 \pm 0,02	1,14 \pm 0,03	0,84 \pm 0,06
Пшеница озимая	ПМП	1,13 \pm 0,03	1,13 \pm 0,03	1,12 \pm 0,02	1,13 \pm 0,03	1,15 \pm 0,02	0,82 \pm 0,07
Рожь озимая	-	0,33 \pm 0,08	0,64 \pm 0,07	0,72 \pm 0,05	0,82 \pm 0,07	0,86 \pm 0,09	0,58 \pm 0,10
Рожь озимая	ПМП	0,85 \pm 0,07	0,84 \pm 0,07	0,86 \pm 0,03	0,86 \pm 0,02	0,87 \pm 0,10	0,57 \pm 0,09
Овес	-	1,13 \pm 0,03	1,35 \pm 0,04	1,64 \pm 0,04	1,81 \pm 0,03	1,91 \pm 0,03	1,62 \pm 0,07
Овес	ПМП	1,92 \pm 0,03	1,92 \pm 0,50	1,90 \pm 0,04	1,91 \pm 0,06	1,93 \pm 0,03	1,60 \pm 0,08
Ячмень	-	0,31 \pm 0,02	0,54 \pm 0,02	0,60 \pm 0,02	0,73 \pm 0,02	0,78 \pm 0,01	0,92 \pm 0,02
Ячмень	ПМП	0,80 \pm 0,05	0,79 \pm 0,09	0,78 \pm 0,05	0,81 \pm 0,05	0,81 \pm 0,02	0,63 \pm 0,10

По-видимому, целлюлозно-пектиновые оболочки зерновок хлебных злаков адсорбируют протоны, образующиеся при диссоциации угольной кислоты, всегда присутствующей в воде, контактирующей с воздухом. Через сутки с поступлением в водную среду некоторого количества CO_2 pH смещается вновь в кислую область. Это предположение подтвердилось опытом с замачиванием зерна в прокипяченной и охлажденной до $22^\circ C$ дистиллированной воде с исходным значением $pH \approx 6,95$. В этом случае заметного сдвига кислотности не было отмечено в сосудах ни с одним из четырех видов семян ($\Delta pH < 0,05$).

В аналогичных условиях, но за более короткое время – 60 мин – определяли набухание белка желатина.

Результаты статистической обработки определения степени набухания семян пшеницы и желатина приведены в таблице 2.

По результатам эксперимента можно сделать вывод о том, что под воздействием слабого ПМП индукцией $\bar{B} = 0,03T$ с горизонтальной ориентацией силовых линий степень набухания зерна озимой пшеницы достоверно увеличивается. В случае набухания «свободного» белка желатина можно говорить лишь о тенденции к увеличению α в ПМП, что может быть связано с неоднородностью размера желатиновых зерен.

Интенсификация набухания семян в слабом ПМП должна увеличивать скорость прорастания семян, формирования проростков и дальнейшего развития культивируемых растений, обуславливающего их продуктивность.

Таблица 2

Влияние ПМП индукцией $\bar{B} = 0,03T$
на степень набухания α семян озимой пшеницы и желатина
(при доверительной вероятности $P = 0,95$ и объеме выборки $n = 5$)

№ п/п	Объект исследования	Фактор воздействия	Длительность набухания	Доверительный интервал $\bar{\alpha} \pm \Delta \bar{\alpha} (\%)$	Относительная ошибка $\bar{\varepsilon} (\%)$
1	Семена озимой пшеницы	-	24 ч	$49,5 \pm 0,5$	1,03
2	Семена озимой пшеницы	ПМП	24 ч	$52,8 \pm 0,3$	0,68
3	Желатин	-	1 ч	$643,4 \pm 89,4$	13,9
4	Желатин	ПМП	1 ч	$685,2 \pm 80,6$	11,8

Авторы выражают благодарность кафедре магнетизма ТвГУ за изготовленный для опыта магнит (зав. каф. проф. Ю.Г. Пастушенков) и кафедре растениеводства ТГСХА за предоставленные для опыта образцы семян культурных злаков (зав. каф. проф. З.И. Усанова).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аристархов В.М. Биофизические механизмы действия магнитного поля: Автореф. дис. ... д-ра. биол. наук. М., 2003.
2. Бобрышев Ф.И., Стародубцева Г.П., Попов В.Ф. Эффективные способы предпосевной обработки семян // Земледелие. 2000. № 3. с. 45.
3. Зеленухин И.Д., Зеленухин В.Д. Релаксация физико-химических свойств воды после термической обработки // Физико-химические аспекты реакции водных систем на физические воздействия. Л., 1979. С. 178 – 181.
4. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. М., 1980.
5. Кретович В.Л. Биохимия растений. М., 1980.
6. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Магнитные поля. Совместное издание Программы Организации Объединенных наций по окружающей среде, Всемирной организации здравоохранения и Международной ассоциации по радиационной защите. Женева. 1992.
7. Новицкий Ю.И. Реакции растений на магнитные поля // Реакции биологических систем на магнитные поля / Под ред. Ю.А. Холодова. М., 1978. С. 117 – 128.
8. Пилюгина В.В., Регуш А.В. Электромагнитная стимуляция в растениеводстве. М., 1980.
9. Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого. СПб., 2000.

10. Смирнова Т.И., Лопина Н.П., Скоков К.П., Каргаполов А.В. Исследование физико-химических свойств водных сред под воздействием экзогенных факторов. // Совершенствование структуры и содержания научной и практической медицины. Тверь, 2005. С. 68 – 69.
11. Холодов Ю.А. Достижения магнитобиологии // Реакции биологических систем на магнитные поля / Под ред. Ю.А. Холодова М., 1978. С. 3 – 5.
12. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: В 2 т. М., 2001. Т. 2.
13. Bucur G. Caltatie seminciere si recolta boabelor la priul de toamna in rezultatul aplicarii stimulatorilor de ceresere // Lucrari st. Univ. agrara de stat din Moldova. Chisinau. 1997. V. 5. P. 30 – 32.
14. Komarzynski K., Pietruszewski S. Effect of the stabilary magnetic feld on the germination of wheat grian. Intern // Agrophysics. 1999. V. 13, № 4. P. 457 – 461.
15. Pietruszewski S., Wojcik S. Effect of magnetic feld on yield and chemical composition of sugar beet rocts // Agrophysics. 2000. V. 14, № 1. P. 89 – 92.

SWELLING SEEDS IN MAGNETIC FIELD

**N.Y. Butavin, Y.M. Khalyapina, T.I. Smirnova,
M.A. Pastushenkova, Y.G. Kasaishvili**

Tver State Medical Academy

The effect of the weak constant magnetic field on the acidity medium changing of swelling and the degree of cultivated cereals seeds swelling was investigated at $t^{\circ}=22\pm 1^{\circ}\text{C}$ in vitro.