

На рис. 4 сопоставлены температурные зависимости частоты ν_{\max} и величины $\text{tg}\delta$ на частоте ν_{\max} до и после магнитной обработки дистиллированной воды. Как видим, после проведенной магнитной обработки исчезло льдообразное состояние воды. Однако расширился диапазон существования кварцеподобного состояния воды.

Таким образом впервые экспериментально доказано изменение структуры воды после ее магнитной обработки. Ранее это только предполагалась. Любыми другими экспериментальными методами проделать подобный анализ водных систем гораздо сложнее. Разработанная методика пригодна для анализа изменения состояния водных систем не только при магнитной обработке, но и при других видах воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев В. Ф., Салецкий А. М., Семихина Л. П. О влиянии слабых магнитных полей и СВЧ-излучения на некоторые диэлектрические и оптические свойства воды и водных растворов // Теоретическая и экспериментальная химия. 1988. № 3. С. 330-334.
2. Семихина Л. П. Исследование влияния слабых магнитных полей на физические свойства воды и льда. Дис. ... канд. физ-мат. наук. М.: МГУ, 1989. 176 с.
3. Хиппель А. Р. Диэлектрики и их применение. М. Госэнергоиздат. 1959. 336 с.
4. Ахадов Я. Ю. Диэлектрические свойства чистых жидкостей. М. 1972. 412 с.
5. Тонконогов М. П., Векслер В. А., Биржанов К. Ж. Диэлектрическая релаксация в водных растворах и суспензиях // Известия вузов. Физика. 1975. № 2. С. 81-84.
6. Герасимов Я. И. Курс физической химии. Т. 2. М.: Химия, 1973. С. 408-409.
7. Bernal J. D., Fauler R. H. A theory of water and ionic solution with particular reference and hydroxyl ions // J. Chem. Phys. 1933. V.1. N. 5. P. 515-548.
8. Семихина Л. П., Логинов Ю. П., Дубов В. П. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур после предпосевной обработки семян слабыми переменными магнитными полями // 9-я Плесская конференция по магнитным жидкостям. Иваново, 2000.

*Людмила Петровна СЕМИХИНА –
доцент кафедры механики многофазных
систем физического факультета,
кандидат физико-математических наук,
Александр Сергеевич МАТАЕВ –
студент физического факультета*

УДК 577.3

ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ВОДЫ В ИХ СЕМЕНАХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СЛАБЫХ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

АННОТАЦИЯ. Обнаружено, что вода в семенах с низкой и замедленной всхожестью находится в сильно связанном — льдообразном — состоянии. Для увеличения всхожести семян и скорости развития из них растений достаточно разрушить эту льдообразную структуру, что можно осуществить с помощью воздействия слабого переменного магнитного поля строго определенной частоты и с напряженностью, близкой к величине геомагнитного поля.

It was discovered that in seeds with low germination extent the water exists in highly bonded state, similar to that in the ice structure. To increase the extent of seeds germination and a speed of plants growth it is necessary to destroy the ice structure of the water in the seeds. The latter may be achieved by the weak alternating magnetic field treatment.

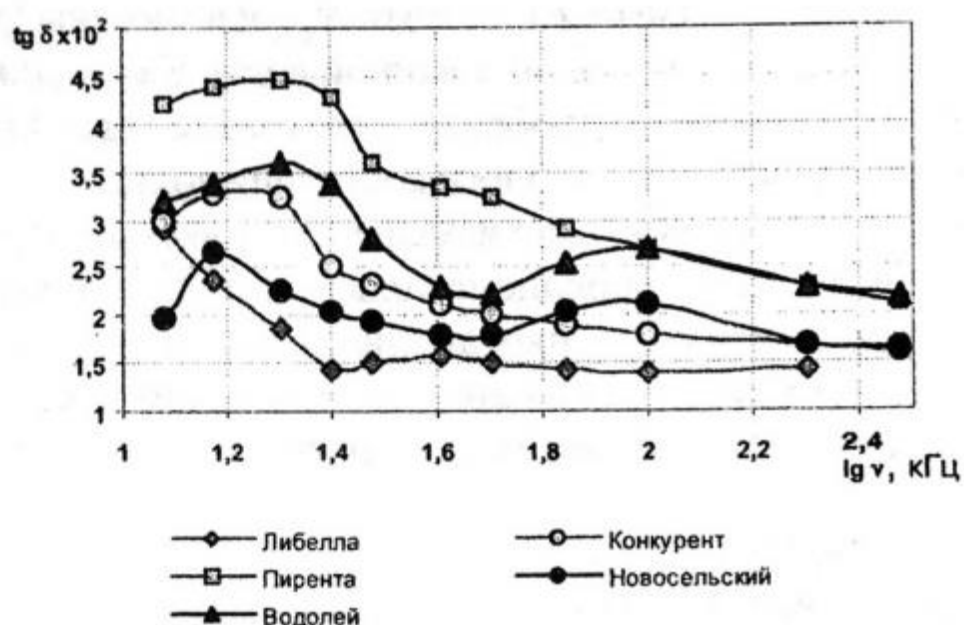


Рис 1. Частотная зависимость $\text{tg} \delta$ семян огурцов различных сортов

стемах имеется максимум $\text{tg} \delta$. Частота ν_{max} , на которой наблюдается максимум $\text{tg} \delta$, является структурочувствительным фактором, характеризующим состояние воды. Величина $\nu_{\text{max}} = 1 / 2 \pi \tau_p$, где τ_p — время, через которое протон перескакивает с одной молекулы на другую. Из указанного соотношения следует, что смещение частоты ν_{max} в область более высоких частот соответствует уменьшению τ_p и увеличению подвижности протона.

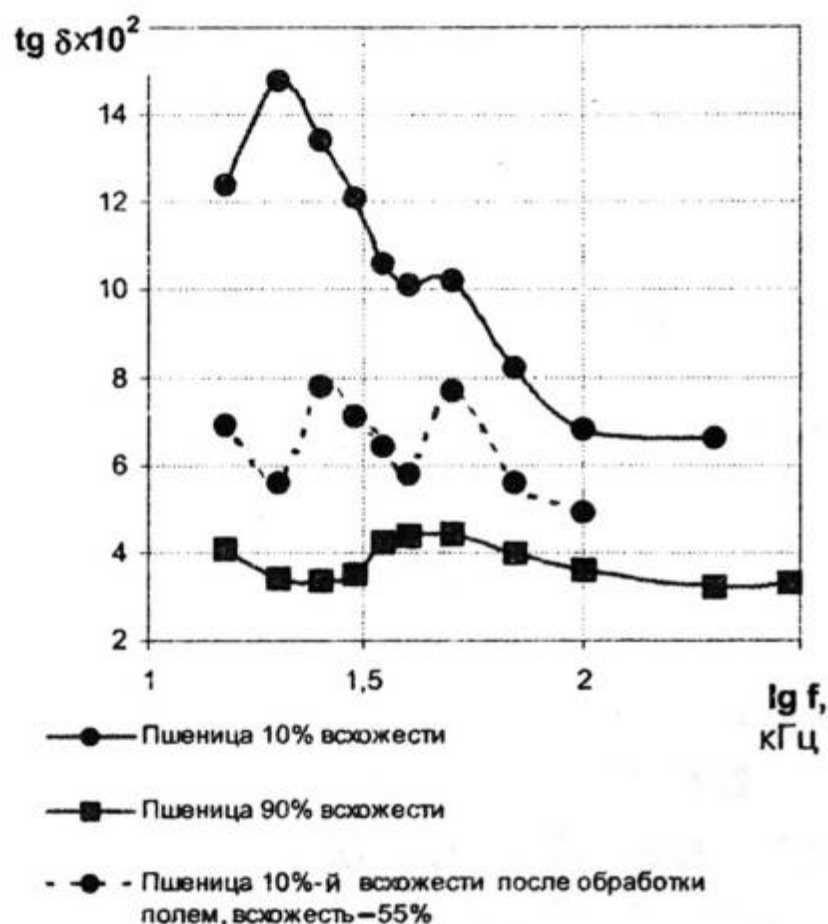


Рис 2. Частотная зависимость $\text{tg} \delta$ семян пшеницы различной всхожести

исчезал, а значения $\text{tg} \delta$ в рассматриваемом диапазоне уменьшались более чем на порядок, то очевидно, что обнаруженный максимум $\text{tg} \delta$ связан с наличием воды в семенах и характеризует ее состояние.

Большинство исследованных семян и листьев растений имели максимум $\text{tg} \delta$ на частоте 20-25 кГц. Особый интерес этого экстремума $\text{tg} \delta$ в том, что полученные экспериментальные данные показали наличие четкой корреляции величины $\text{tg} \delta$ семян овощных и зерновых культур на частоте 20-25 кГц с их активностью. Чем выше потери семян в указанном диапазоне частот, тем ниже всхожесть семян. Например, из исследованных сортов огурцов максимальную всхожесть (70%) имел

То, что состояние воды в биологических объектах оказывает существенное влияние на их жизнедеятельность, известно достаточно хорошо. Однако получение сведений о состоянии воды в биологических объектах представляет собой достаточно сложную задачу. В [1-2] показана возможность анализа состояния водных систем по частотной зависимости тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg} \delta$) в диапазоне частот 10 кГц – 1 МГц. В этом диапазоне частот в водных си-

В данной работе рассматривается возможность применения этого метода для анализа состояния воды в биологических объектах, в качестве которых были взяты семена и листья растений. Исследуемые семена и листья растений зажимались между обкладками плоского конденсатора, семена также засыпались в цилиндрический конденсатор. Тангенс угла диэлектрических потерь ($\text{tg} \delta$) конденсаторов находился с помощью куметра TESLA BM-311 по стандартной методике, прилагаемой к куметру [1-3]. Параллельно определялась всхожесть исследуемых семян.

Проведенные исследования показали, что у всех исследованных семян в диапазоне частот 15 кГц – 1 МГц наблюдается по крайней мере один максимум $\text{tg} \delta$ (рис. 1-2). Поскольку после прокалывания семян этот максимум

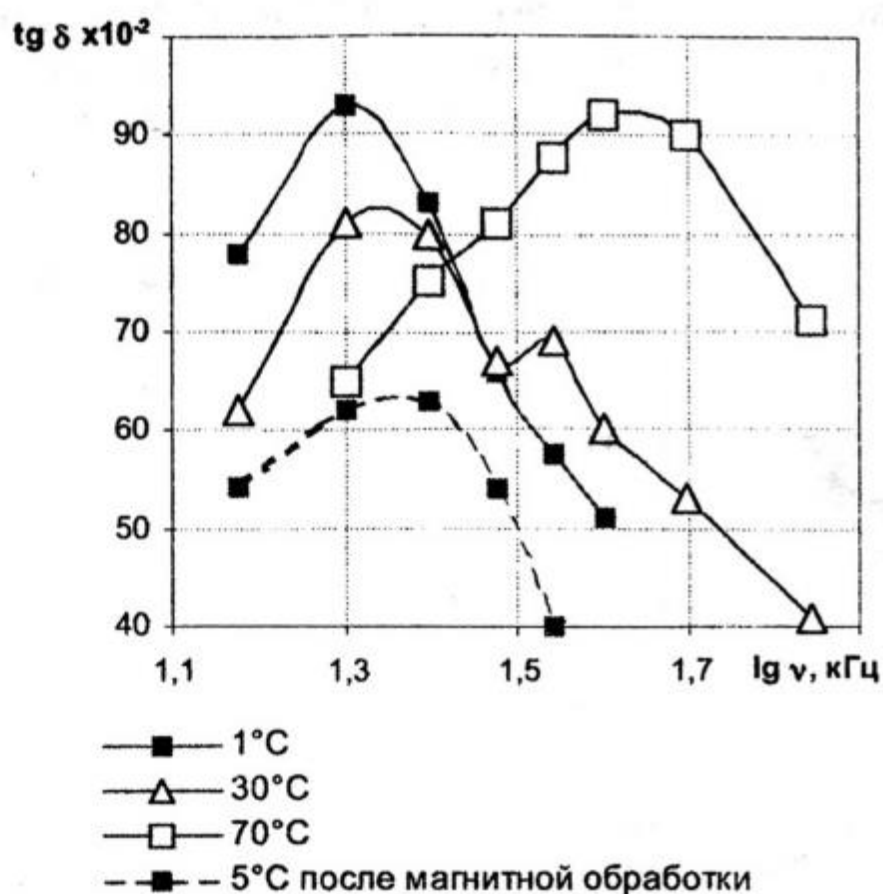


Рис 3. Частотная зависимость бидистиллированной воды при различной температуре

В результате — приходим к выводу, что в семенах с низкой всхожестью вода находится в сильно связанном состоянии, идентичном состоянию воды в льдообразной структуре при температуре воды около 0°С, с низкой подвижностью протонов.

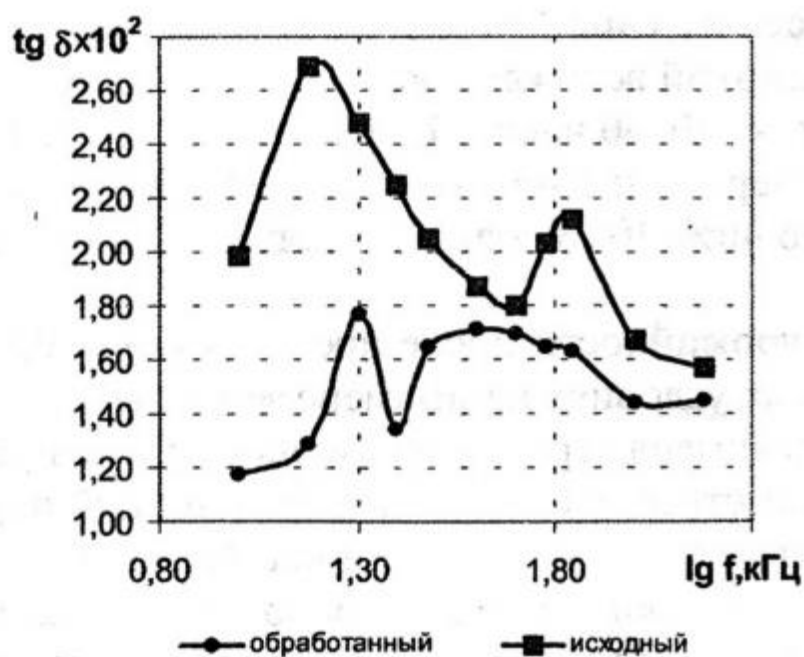


Рис 4. Частотная зависимость tgδ семян огурцов сорта «новосельские»

сорт «либелла», минимальную (0%) — сорт «пирента». Как видно на рис. 1, сорт «либелла» имеет минимальные значения tgδ, «пирента», наоборот,—максимальные. Аналогичная картина наблюдалась и на семенах других видов. Особенно высокая чувствительность величины tgδ к всхожести семян была обнаружена у пшеницы (рис. 2).

После сопоставления частотных зависимостей tgδ для семян и воды различной степени чистоты было обнаружено, что максимуму tgδ на частоте 20-25 кГц в семенах соответствует максимум tgδ в бидистиллированной воде при температуре около 0°С (рис.3).

В дальнейшем было обнаружено, что семена обладают пониженной и замедленной всхожестью и в том случае, когда величина $\nu_{max} > 50$ кГц (например, сорт огурцов «новосельский» на рис.4). Этому состоянию воды в семенах соответствует состояние бидистиллированной воды при $T > 70^\circ\text{C}$ с частично разрушенными водородными связями (рис.3). Максимальной всхожестью и активностью обладают семена, у которых максимум tgδ находится на частоте 35 кГц. Это состояние в бидистиллированной воде наблюдается при температурах $T = 30^\circ - 45^\circ\text{C}$ (рис.3). Отметим, что именно такую температуру тел имеют все млекопитающие.

Т. е. млекопитающие в процессе эволюции выработали механизм, который создает в их телах оптимальное состояние воды. В растениях такого механизма нет, поэтому их жизнедеятельность гораздо более чувствительна к внешним воздействиям. Следуя терминологии Бернала и Фаулера [4], это оптимальное состояние воды в семенах будем называть кварцеподобным [2]. Присутствие в семенах льдообразного состояния, наоборот, снижает их активность.

Из проведенного анализа следует, что повышения всхожести и активности семян можно достигнуть без применения каких-либо химических реагентов. Достаточно льдообразное состояние воды, входящей в состав семян, перевести в квар-

цеподобное, понизив взаимодействие между белковыми и водными молекулами. Данный процесс в конечном итоге должен повысить подвижность как водных, так и белковых молекул, ускорить ход всех процессов в семени, в том числе появление ростка и его рост.



Рис. 5. Частотная зависимость $\operatorname{tg} \delta$ листьев

живаются с необходимой точностью в течение длительного времени с помощью устройства «Протон». В зависимости от типа семян меняется лишь время их обработки. Семена с замедленной и плохой всхожестью (10%–30%) требуют более длительного времени воздействия — 20–60 часов. После такой обработки всхожесть семян огурцов, томатов, перцев и кабачков, даже с просроченным сроком годности, увеличивается до 80%–100%, раньше начинается цветение и плодоношение.

Возможность заметного увеличения урожайности после предпосевной обработки семян была подтверждена в полевых условиях на примере зерновых культур осенью 1999 г. Семена пшеницы овса и ячменя перед посевом однократно просыпали через активатор «Протон». Предшественником посевов был чистый пар. Использовалась общепринятая для зерновых культур агротехника. Площадь одной делянки 5 м², повторность 4-кратная. Контрольные, не обработанные полем семена высевались на соседних участках. В результате проведенной предпосевной обработки семян урожайность пшеницы повысилась на 15% по сравнению с контролем, овса и ячменя — на 27%. Увеличилась масса зерна на всех исследованных культурах. Наиболее значительно на ячмене — на 39%, овсе — на 13%, пшенице — на 5%. На пшенице также обнаружено увеличение стекловидности на 16% [3].

Исследование состояния воды в листьях растений, выращенных из обычных и обработанных магнитным полем семян, показало резкое различие состояния воды, поскольку частота ν_{\max} , на которой наблюдается максимум $\operatorname{tg} \delta$ в них, различается на порядок (рис. 5).

Более высокое значение частоты ν_{\max} в листьях растений, выращенных из обработанных магнитным полем семян, говорит о повышенной подвижности в них протонов и молекул воды. И в семенах и в листьях растений вода, в основном, находится в связанном состоянии. Поэтому увеличение подвижности молекул воды должно сопровождаться повышением подвижности и белковых молекул за счет снижения энергии их взаимодействия. Повышение подвижности белковых моле-

Всего этого можно добиться предпосевной обработкой семян слабым переменным магнитным полем с напряженностью порядка геомагнитного поля [3].

На рис. 2,4, на примере семян пшеницы и огурцов, показано, что разработанная методика магнитной обработки семян действительно существенно снижает содержание сильно связанной льдообразной воды в семенах, переводит ее в кварцеподобное состояние с большей подвижностью молекул воды. Подобный эффект достигается в семенах любых зерновых, овощных и даже цветочных культур. Подстройки режима обработки при изменении типа семян не требуется. Оптимальные параметры воздействующего поля поддер-

кул в листьях растений, выращенных из обработанных магнитным полем семян, было подтверждено в [3] при исследовании спектров флуоресценции. Таким образом два различных метода — диэлектрический и спектроскопический — приводят к идентичному выводу о более высокой подвижности белковых молекул в растениях, выращенных из обработанных магнитным полем семян. Данный результат представляет несомненный интерес, поскольку, например, в [5] выдвигается ряд аргументов, указывающих на то, что именно со снижением подвижности белковых молекул и связан процесс старения животных и человека.

Дополнительным аргументом в пользу того, что снижение подвижности водных и белковых молекул приводит к понижению жизнедеятельности растений, являются данные, приведенные на рис. 5. Всем известны случаи, когда по непонятной причине хорошо плодоносящее дерево или кустарник не дает урожая. Проведенное нами исследование состояния воды в листьях такого дерева на примере рябины показало, что в листьях неплодоносящей рябины вода находится в сильно связанном состоянии, подвижность молекул в плодоносящем дереве существенно выше. Из-за высокой чувствительности состояния воды в растениях к слабым переменным магнитным полям их жизнедеятельность может значительно меняться под влиянием не только искусственных, но и природных электромагнитных полей [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Семихина Л. П. Исследование влияния слабых магнитных полей на физические свойства воды и льда: Дис. ... канд. физ-мат. наук. М.: МГУ, 1989.
2. Семихина Л. П. Возможности диэлектрического метода для анализа состояния водных систем после физических воздействий // Вестник ТГУ. № 2. 2000. С. 39-42.
3. Семихина Л. П., Логинов Ю. П., Дубов В. П. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур после предпосевной обработки семян слабыми переменными магнитными полями Сб. науч. трудов 9-й Международной конференции по магнитным жидкостям. Плес, 2000. С. 317-322.
4. Bernal J.D., Fauler R.H. A theory of water and ionic solution with particular reference and hydroxyl ions // J. Chem. Phys. 1933. V.1. №. 5. P. 515-548.
5. Габуда С. П. Связанная вода. Факты и гипотезы. Новосибирск: Наука, 1982. С. 163.
6. Темурьянц Н. А., Владимирский Б. М., Тишкин О. Г. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире. Киев: Наукова Думка, 1992. 187 с.

Борис Антонович БЕЗУГЛЫЙ –
доцент кафедры радиофизики
физического факультета, кандидат
физико-математических наук,
Наталья Анатольевна ИВАНОВА –
инженер кафедры радиофизики
физического факультета

УДК: 530.1 : 536.2 (0.75)

ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА И БЕЗРАЗМЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

АННОТАЦИЯ. В данной работе предпринята попытка создать наиболее приемлемую классификацию безразмерных комплексов и явлений переноса с точки зрения лучшего понимания и удобства запоминания. Детально анализируются безразмерные комплексы в капиллярной гидродинамике. Предложен простой способ вывода соотношений между безразмерными комплексами.

The most acceptable classifications of dimensionless numbers and transfer phenomena from the standpoint of the best understanding and facility of memorizing are proposed.