

цы. При этом рассчитывались прямые энергетические затраты по каждому варианту опыта.

Нами установлено (таблица 4), что самые высокие затраты энергии (11 152 МДж/га) наблюдались в варианте, где совместно с КАС вносились микроэлементы меди и марганца, а также регулятор роста Эпин. При этом в данном варианте отмечен самый высокий выход энергии с 1 га – 104 129 МДж. Биоэнергетический коэффициент (БЭК) составил 9,4 ед.

В остальных вариантах опыта затраты энергии находились в пределах 8 054–11 050 МДж/га. Выход энергии с 1 га варьировал от 66 951 до 102 319 МДж, а биоэнергетический коэффициент составлял 8,3–9,2 ед.

Заключение

Проведенные исследования показали, что внесение карбамидно-аммиачной смеси совместно с микроэлементами меди и марганца и регулятором роста Эпин на фоне $N_{15}P_{55}K_{120}$ на дерново-подзолистой легкосуглинистой

почве способствовало получению урожайности зерна яровой пшеницы 63,3 ц/га. Уровень рентабельности при этом составил 52,5 %, биоэнергетический коэффициент – 9,4 ед.

Литература

1. Гриб, С. И. Производство яровой пшеницы / Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / сост. д-р с.-х. наук, проф. М. А. Кадыров; канд. с.-х. наук Д. В. Лужинский, А. Н. Киселева; под общ. ред. М. А. Кадырова. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2005. – С. 42–55.
2. Система применения удобрений: уч. пособие / В. В. Лапа [и др.]; под науч. ред. В. В. Лапа. – Гродно, 2011. – С. 206–216.
3. Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь / В. Г. Гусаков [и др.]; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) / Нац. акад. наук Беларуси. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск: Белорусская наука, 2020. – С. 414–416.
4. Системы применения микроудобрений под сельскохозяйственные культуры: рекомендации / М. В. Рак [и др.]; РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси». – Минск, 2006. – 28 с.

УДК 633.11:631.67.03

Влияние вариантов магнитной обработки поливной воды на сельскохозяйственные культуры

А. В. Клочкив, доктор технических наук, О. Б. Соломко, кандидат с.-х. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 10.09.2021)

В статье анализируются возможности использования магнитных устройств для изменения свойств воды, которая может эффективно использоваться в системах полива и орошения различных сельскохозяйственных культур. Данный технологический прием наиболее приемлем при возделывании растений в условиях защищенного грунта, но может применяться и для полевых систем орошения. При этом параметры и конструкция устройств для омагничивания воды оказывают существенное влияние на развитие и урожайность возделываемых растений. Исследование 10 различных вариантов использования постоянных магнитов позволило установить преимущества при выращивании различных сельскохозяйственных культур с улучшением итоговых показателей при более высоких параметрах магнитной индукции и увеличении зоны действия магнитного поля на подаваемую воду.

The article analyzes the possibilities of using magnetic devices to change the properties of water, which can be effectively used in irrigation and irrigation systems of various crops. This technological reception is most appropriate when cultivating plants in the conditions of protected soil, but can also be applied for field irrigation systems. In this case, the parameters and design of water metering devices have a significant impact on the development and yield of cultivated plants. A study of 10 different options for using permanent magnets made it possible to establish advantages in the cultivation of various crops with achievement in the best embodiments of the final indicators with higher parameters of magnetic induction and increasing the zone of the magnetic field to the supplied water.

Введение

Перспективным направлением повышения урожайности сельскохозяйственных культур является использование при поливе растений омагниченной воды. Данная технология характеризуется экологичностью и относительно невысокими затратами на ее реализацию. Многими отечественными и зарубежными исследователями установлено, что магнитная обработка изменяет параметры воды [1–11]:

- микроскопические электронные характеристики;
- молекулярный состав;
- атомное строение;
- поверхностное натяжение;

- вязкость;
- электропроводность;
- кислотность pH.

Изучались возможности использования омагниченной воды в различных сферах практической деятельности: теплоэнергетике, строительстве, медицине, животноводстве [12–15]. Рассматривая влияние магнитного поля на воду, необходимо представить себе упорядоченное движение молекул в результате данного воздействия. Было доказано, что вода, которая проходит через постоянный источник силового поля, становится структурированной. Химические реакции, происходящие внутри жидкости, ускоряются в несколько раз, хотя сущность этих явлений пока точно не выяснена. В. И. Классен [16], известный

ученый в области магнитной обработки воды, подразделяет имеющиеся на этот счет гипотезы на три основные группы: «коллоидные», «ионные» и «водяные». В соответствии с первой гипотезой предполагается, что магнитное поле, действуя на воду, может разрушать содержащиеся в ней коллоидные частицы: «косолки» образуют центры кристаллизации примесей, ускоряя их удаление.

Сторонники гипотез «ионной» теории объясняют действие магнитного поля наличием ионов в воде, считая, что поле оказывает особое влияние на гидратацию ионов, то есть на возникновение вокруг них гидратных оболочек, состоящих из молекул воды с несколько измененной подвижностью. В последнее время получены экспериментальные данные в пользу «ионных» гипотез: обнаружено, что под влиянием магнитного поля происходит временная деформация гидратных оболочек ионов, изменяется их распределение в воде.

Сторонники гипотез третьей группы предполагают, что магнитное поле оказывает воздействие непосредственно на структуру ассоциатов воды. Это может привести к деформации водородных связей или перераспределению молекул воды во временных ассоциативных образованиях, что также влечет за собой изменение физико-химических характеристик протекающих в ней процессов.

После воздействия на воду магнитного поля омагниченная вода становится более структурированной, чем вода обычная. В ней увеличивается скорость химических реакций и кристаллизации растворенных веществ, интенсифицируются процессы адсорбции, улучшается коагуляция примесей и выпадение их в осадок. Магнитная обработка воды оказалась весьма эффективной при борьбе с накипью.

На сегодня наиболее популярна динамическая теория омагничивания воды [2]. Поток вязкой жидкости сводится, с молекулярно-кинетической точки зрения, к трансляционному движению ионов и молекул воды в направлении движения приложенной силы. На заряженные примеси, движущиеся в потоке воды под действием магнитного поля, действует сила Лоренца, которая пытается изменить траекторию движения этих частиц – закручивает вокруг магнитных линий. Однако до сих пор недостаточно разработаны вопросы практического применения омагниченной воды, в частности для использования в системах полива

и орошения сельскохозяйственных культур, учитывая техническую реализацию поставленной задачи повышения урожайности [17]. Цель исследований заключалась в определении эффективности применения поливной воды при различных вариантах омагничивания с вариантами полива разных видов сельскохозяйственных культур.

Материал и методика исследований

Для максимального исключения возможности действия неуправляемых погодных факторов исследования проводили в условиях закрытого грунта и управляемого режима подачи поливной воды. Для омагничивания поливной воды использовали ферритовые и неодимовые постоянные магниты с различной индукцией и разными возможными вариантами расположения относительно подаваемой воды (таблица 1).

Таблица 1 – Варианты омагничивания поливной воды и параметры используемых устройств

Вариант устройства для омагничивания поливной воды	Обозначение	Схема расположения магнитов	Количество используемых магнитов, шт.	Максимальная магнитная индукция (нормальная составляющая у полюсов S-N), мТл
Одностороннее расположение кольцевого ферритового магнита вокруг рукава с капельницей (N к рукаву)	I		1	16,6
Кольцевой ферритовый магнит, одетый на поливной рукав (омагничивание воды S→N)	II		1	12,0–16,6
Кольцевой ферритовый магнит, одетый на поливной рукав (омагничивание воды N→S)	III		1	16,6–12,0
Кольцевой неодимовый магнит, одетый на поливной рукав (подковообразный)	IV		1	155,0–165,0
Фильтр-омагничиватель ФО-3 в системе полива	V		2	12,0–16,6
Двустороннее расположение кольцевых ферритовых магнитов вокруг поливного рукава	VI		2	12,0–16,6
Двустороннее расположение пластинчатых неодимовых магнитов вокруг поливного рукава	VII		2	218,0–220,0
Одностороннее расположение кольцевых ферритовых магнитов вокруг центрального поливного рукава (полюс N к рукаву)	VIII		1	24,3
Перемешивание воды над магнитом (полюс N) перед поливом, 100 оборотов рукоятки миксера	IX		1	17,8–24,3
Омагничивание через устройство для индивидуального полива с направлением подачи воды: N-S S-N	X		2	7,2–7,4

Капельное орошение томата сорта Беркут проводили с вариантами омагничивания воды I–VIII. Индивидуальный полив томата в вегетационных сосудах (вариант X) осуществляли через комплект кольцевых магнитов (неодимовый + ферритовый диаметром 22 мм), размещенных внутри поливных емкостей с направлениями движения воды при различном расположении полюсов. С поливом по варианту IX выращивали ячмень двурядный сорта Добрый.

Возделываемые культуры с капельным поливом по варианту VIII: 1) фасоль спаржевая; 2) базилик; 3) перец сладкий; 4) томат.

Растения высевали рядами с междурядьем 70 см, обусловленным расположением рукавов с капельницами. Расстояние между растениями в ряду с системой капельного полива составляло 30 см. Всего в каждом поливаемом рядке произрастало по 11–12 растений томата, перца, фасоли и базилика.

Результаты исследований и их обсуждение

Наблюдения за биометрическими показателями растений томата с различными вариантами полива, проведенные в фазе цветения растений, показали некоторые заметные различия по основным показателям. Среди них можно отметить эффективность вариантов: V и VII – по высоте растений; VI и VIII – по диаметру корневой шейки; контрольного варианта – по количеству узлов и распустившихся цветков; I и VII – по количеству завязавшихся плодов. Однако по количеству сформировавшихся соцветий и завязавшихся плодов контрольный вариант с поливом обычной водой показывал минимальные результаты в сравнении с применением различных вариантов омагничивания поливной воды.

После уборки урожая плодов получены и проанализированы основные оценочные показатели томата (таблица 2).

Среди полученных результатов можно выделить следующие оценки:

- в вариантах IV–VIII растения томата были более высокорослыми и с утолщенными стеблями;
- большее количество соцветий наблюдалось при режимах омагничивания V, VI и в контрольном варианте;
- по количеству зрелых плодов лидирует контрольный вариант и режимы омагничивания воды V, VII, VIII;
- по средней массе одного плода более высокие результаты получены в вариантах VI, VII, IV.

Итоговая средняя масса плодов с одного растения с небольшими отклонениями более высокая в вариантах полива VII, VI и в контрольном варианте. Относительно низкие показатели урожайности зафиксированы в вариантах полива III, II и I.

Общее итоговое заключение по данному циклу исследований состоит в том, что примененные варианты омагничивания поливной воды через систему капельного орошения томата, ввиду кратковременного характера воздействия магнитной индукции, не обеспечивают получения значительного положительного влияния на развитие и итоговую продуктивность растений томата. Некоторое положительное воздействие по различным показателям проявляется при использовании более мощных неодимовых магнитов (VII) и при большей зоне воздействия ферритового магнита (VI, VIII).

В дополнение к изучению возможности применения омагничивания поливной воды в индивидуальных вегетационных сосудах проведены наблюдения за продуктивностью томата с использованием сочетания небольших (диаметр 22 мм) ферритовых и неодимовых магнитов в поливном устройстве. Полученные результаты показали близкие итоговые показатели суммарной урожайности с получением 22–24 плодов, но в вариантах применения омагничиванной воды созревание было более ранним. В варианте полива с направлением подачи воды N-S плоды были несколько более крупными (на 7 %).

Отдельный цикл исследований был проведен на растениях рядового посева с поливом предварительно омагничиванной водой путем ее перемешивания в емкости объемом 1 л над ферритовым магнитом с ориентацией полюса N к дну емкости смешивания. Рукояткой миксера совершали 100 оборотов в течение 1,5 минут. Таким образом, обеспечивалось достаточно длительное воздействие магнитной индукции на воду с перспективами практической реализации принципа такой технологии при орошении путем полива или дождевания.

Показательные результаты с поливом растений ячменя, где применение омагничиванной воды показало высокую эффективность (таблица 3).

Растения ячменя в результате полива омагничиванной водой значительно лучше кустились и имели большее количество колосьев. В итоге полученное число зерен с растения увеличилось в 1,9 раза.

При поливах омагничиванной (по варианту I) водой наблюдалось увеличение высоты растений фасоли спаржевой, базилика и перца сладкого (рисунок 1).

Таблица 2 – Итоговые средние показатели томата сорта Беркут

Вариант	Количество растений, шт.	Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм	Количество узлов, шт.	Количество зрелых плодов, шт.	Средняя масса 1 плода, г	Средняя масса плодов с растения, г	Масса плодов к контролю, %
Контроль	12	106,8	15,3	13,3	24,3	57,8	1401,0	100,0
I	12	105,0	14,4	13,4	18,0	58,8	1059,3	75,6
II	10	103,2	14,7	12,3	16,8	60,4	1017,3	72,6
III	8	109,1	15,1	14,8	19,1	52,3	998,4	71,3
IV	9	114,3	16,1	14,4	19,4	68,8	1332,1	95,1
V	9	119,0	15,3	15,0	21,9	60,0	1314,2	93,8
VI	9	113,8	16,8	12,7	19,9	70,7	1407,5	100,5
VII	8	119,1	16,9	13,8	20,8	69,4	1443,1	103,0
VIII	9	118,9	17,3	12,1	20,6	65,1	1343,2	95,9

Особенно проявлялось стимулирующее воздействие омагниченной поливной воды на растениях базилика, которые в контрольных замерах были на 14,7 % выше (на 27.07.2021). В итоге сформировалась большая полезная растительная масса базилика – на 21,7 % (рисунок 2).

При поливах перца сладкого омагниченной водой формировались более мощные растения (рисунок 2), и завязывалось в 1,7 раза больше плодов, чем в контрольном варианте. В результате увеличение массы плодов с одного растения составило в среднем 31,4 % (таблица 4).

В исследованных вариантах орошения получены близкие значения параметров фасоли спаржевой с незначительным увеличением общей массы плодов с растения.

Выводы

Омагничивание изменяет свойства воды, которая может эффективно использоваться для полива и орошения различных сельскохо-

зяйственных культур. Данный технологический прием наиболее приемлем при возделывании растений в условиях защищенного грунта, но может применяться и для полевых систем орошения. При этом параметры и конструкция устройств для омагничивания воды оказывают существенное влияние на развитие и урожайность возделываемых растений.

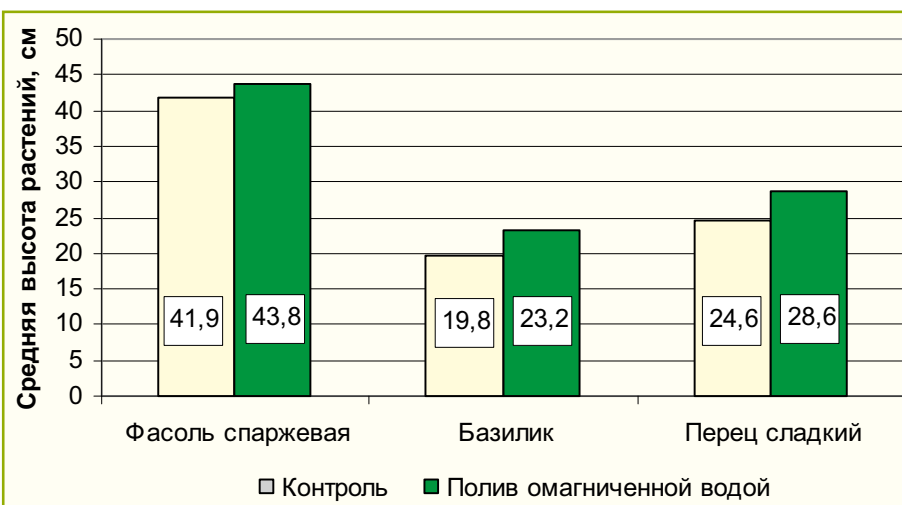


Рисунок 1 – Сравнительные показатели высоты растений на 27.07.2021



Рисунок 2 – Вид растений базилика (а) и перца сладкого (б) при обычном (слева) и омагниченном (справа) поливах

Таблица 3 – Структура урожайности ячменя двурядного сорта Добрый (среднее по 25 растениям)

Вариант	Высота, см	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Среднее число зерен с колоса, шт.	Число зерен с растения, шт.
Контроль	90,4	8,2	2,2	13,3	29,0
Полив омагниченной водой по варианту IX	95,7	17,5	4,7	11,3	55,8

Таблица 4 – Сравнительные показатели растений перца сладкого

Вариант	Высота растений, см	Диаметр корневой шейки, мм	Число узлов, шт.	Количество разветвлений, шт.	Количество плодов на 1 растение, шт.	Масса плодов с 1 растения, г
Контроль	47,0	13,7	15,8	5,3	3,4	376,6
Полив омагниченной водой по варианту VIII	63,2	14,9	16,4	6,3	5,9	549,0

Исследование 10 различных вариантов использования постоянных магнитов позволило установить преимущества устройств с более значительными параметрами магнитной индукции и увеличения зоны действия магнитного поля на проходящую воду при выращивании различных сельскохозяйственных культур для улучшения итоговых показателей.

Литература

1. Кузнецова, С. Ю. Магнитные свойства воды / С. Ю. Кузнецова // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 10. – С. 49–51.
2. Очков, В. Ф. Магнитная обработка воды: история и современное состояние / В. Ф. Очков // Энергосбережение и водоподготовка. – 2006. – № 2. – С. 23–29.
3. Мосин, О. В. Магнитные системы обработки воды. Основные перспективы и направления / О. В. Мосин // Сантехника. – 2011. – № 1. – С. 21–25.
4. Богатина, Н. И. Возможные механизмы действия магнитного, гравитационного и электрического полей на биологические объекты, аналогии в их действии / Н. И. Богатина, В. М. Литвин, М. П. Травкин // Электронная обработка материалов. – 1986. – № 1. – С. 64–70.
5. Банников, В. В. Электромагнитная обработка воды / В. В. Банников // Экология производства. – 2004. – № 4. – С. 25–32.
6. Анализ некоторых процессов при омагничивании воды и их детектирование / А. М. Калякин [и др.] // Совершенствование методов гидравлических расчетов водопропускных и очистных сооружений: междуу. науч. сб. / Саратовский гос. техн. ун-т; отв. ред.: Л. И. Высоцкий. – Саратов, 2008. – С. 96–112.
7. Применение омагниченной воды в животноводстве / И. А. Боголюбова [и др.] // Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК: сб. науч. ст. по материалам Между-

нар. науч.-практ. конф. (19–20 мая 2017 г.) / Куб. ГАУ. – Ставрополь, 2017. – С. 33–35.

8. Чеснокова, Л. Н. Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем / Л. Н. Чеснокова. – М.: Цветметинформация, 1971. – 75 с.
9. Кофанов, Д. Е. Совершенствование конструкции модульных аппаратов магнитной обработки воды для систем теплоснабжения животноводческих объектов / Д. Е. Кофанов // Дисс. канд. техн. наук. – Ставрополь, 2009. – 167 с.
10. Соловьева, Г. Р. Перспективы применения магнитной обработки воды в медицине / Г. Р. Соловьева // Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем: сборник. – Москва, 1974. – 112 с.
11. О некоторых лечебных свойствах воды, обработанной магнитным полем / Э. М. Шимкус [и др.] // Влияние электромагнитных полей на биологические объекты: сборник. – Харьков, 1973. – 212 с.
12. Тебенихин, Е. Ф. Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике / Е. Ф. Тебенихин, Б. Т. Гусев. – М.: Энергия, 1970. – 144 с.
13. Щелоков, Я. М. О магнитной обработке воды / Я. М. Щелоков // Новости теплоснабжения. – 2002. – Т. 8, № 24. – С. 41–42.
14. Мартынова, О. И. К вопросу о механизме влияния магнитного поля на водные растворы солей / О. И. Мартынова, Б. Т. Гусев, Е. А. Леонтьев // Успехи физических наук. – 1969. – № 98. – С. 25–31.
15. Мосин, О. В. Структура воды и физическая реальность / О. В. Мосин, И. А. Игнатов // Сознание и физическая реальность. – 2011. – Т. 16, № 9. – С. 16–32.
16. Классен, В. И. Вода и магнит / В. И. Классен. – М.: Наука, 1973. – 112 с.
17. Клочков, А. В. Возможности применения омагниченной поливной воды / А. В. Клочков, О. Б. Соломко, А. А. Емельяненко // Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве: сб. науч. тр. – Бухара, 2020. – С. 162–164.

УДК 631.526.325:633.854.78(476.-18)

Реализация потенциала продуктивности гибридов и сортов подсолнечника в условиях северо-востока Беларуси

Н. В. Устинова, старший преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 02.10.2021)

В результате исследований в условиях северо-востока Беларуси установлено, что самую высокую урожайность подсолнечника обеспечивают гибриды Поиск, Агат, LG-5412. Наибольшая масса тысячи семян (64,1 г) получена у гибрида LG-5412. Максимальное количество семян в корзинке (1012,5 шт.) зафиксировано у гибрида Агат. Установлено, что 34,3 % тепла требуется для вегетативного роста и 65,7 % для цветения культуры и созревания семян. Продолжительность вегетационного периода группы раннеспелых сортов и гибридов составляет 113–120 дней, среднеранних – 120–138 дней, сумма активных температур 2160,3–2245,0 °С для раннеспелой группы и 2345,1–2347,9 °С для среднеранней группы спелости.

Введение

В мировой практике возделывания масличных культур подсолнечник занимает лидирующие позиции наряду с такими культурами, как рапс, соя, масличная пальма

Hybrids Poisk, Agat, LG-5412 were found to be the most high-yielding as a result of the study in the north-east of Belarus. The largest mass of thousand seeds (64,1 g) was obtained from the hybrid LG-5412. The maximum number of seeds (1012,5 pcs.) was obtained from the hybrid Agat. 34,3 % of heat needs for vegetative growth and 65,7 % of heat needs flowering and ripening of theseeds was established. The growing season of early hybrids and varieties is 113–120 days; for mid-early hybrids and varieties is 120–138 days. The sum of active temperatures is 2160,3–2245,0 °C for early hybrids and varieties and 2345,0–2347,9 °C for mid-early hybrids and varieties.

и хлопчатник. Ведущими странами по производству маслосемян являются Россия, Украина, Аргентина, Румыния и Китай. В Республике Беларусь посевы подсолнечника сосредоточены преимущественно в южных регионах.