

**Д.Х. Акбаева¹, К.А. Муқанова^{1*}, А.Б. Абжалелов²,
Н.К. Кобетаева¹, Е.А. Тулегенов³**

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

²РГП «Республиканская коллекция микроорганизмов», Нур-Султан, Казахстан

³Казахский Национальный Женский Педагогический Университет, Алматы, Казахстан

*Автор для корреспонденции: kuri78@mail.ru

Разработка технологии выращивания риса сортов «Айкерим», «Фаворит» и «Янтарь» методом гидропоники

Аннотация. Одним из важнейших направлений в рисоводстве являются высокоэффективные ресурсосберегающие технологии. Они не только отчасти снижают экологическую нагрузку на окружающую среду в масштабах всей страны, но и очень выгодны с финансовой точки зрения для самих сельхозпредприятий.

Выращивание риса на гидропонной установке как метод «зеленых технологий» решает целый ряд экологических проблем, связанных с выращиванием риса и качества самого риса. В работе изучена возможность использования метода гидропоники при выращивании риса сортов «Айкерим», «Фаворит» и «Янтарь». Были проведены опыты по подбору питательных растворов для вегетации 3-х сортов риса, составленных на основе универсального комплекса «Flora Series», раствора с комплексом микроэлементов «Унифлор» комплексного водорастворимого удобрения «Акварин». Авторы предлагают наиболее подходящий состав раствора, который является благоприятным для выращивания данных сортов риса на гидропонике. В работе приведены биометрические характеристики сортов риса, выращенных на гидропонике, а также предложен собственный эскиз гидропонной установки ручной сборки. Было обнаружено, что при заданных в эксперименте условиях освещения, температуры и влажности растворы «Flora Series» и созданный на основе водорастворимых минеральных удобрений и комплекса «Унифлор» являются недостаточно благоприятными для выращивания риса. Тогда как питательный раствор на основе минеральных удобрений (калмагнезия, кальциевой селитры, нитрат аммония, сульфат магния, хелат железа) и комплекс дают хорошие результаты, а именно: получены растения с полной вегетацией до полного созревания зерен.

Ключевые слова: гидропоника, субстрат, раствор, рис, сорт.

DOI: 10.32523/2616-7034-2022-138-1-76-93

Введение

Зерновая культура рис в Республике Казахстан занимает одно из лидирующих позиций в поливном земледелии на юге республики.

Однако уже в ближайшие десятилетия ожидается дефицит водных ресурсов, особенно для нужд сельского хозяйства. Высока вероятность сокращения посевных площадей из-за нарастающей почвенной эрозии. Также намечается угрожающая тенденция изменения климата, что также неблагоприятно скажется на рисоводстве [1]. Все перечисленные проблемы должны решаться в ближайшие десятилетия с привлечением различных методов.

Одним из путей решения появляющихся проблем является применение гидропоники в рисоводстве. Выращивание растений на гидропонных установках позволяет обеспечить растения всеми необходимыми минеральными солями посредством растворов. Кроме этого, метод экономит ресурсы, исключает применение пестицидов и не зависит от климатических изменений и сезонности и т.д. [2].

В свете всего сказанного целью нашей работы являлось проведение экспериментального выращивания риса сортов «Айкерим», «Фаворит» и «Янтарь» методом гидропоники.

Для этого нами были подобраны конструкция гидропонной установки, условия дополнительного освещения, питательные растворы, минеральные и органические субстраты.

Целью работы является подбор питательного раствора для полной вегетации выращивания риса сортов «Айкерим», «Фаворит» и «Янтарь» на гидропонике.

В работе были поставлены следующие задачи:

- изучение влияния питательного раствора, составленного на основе универсального комплекса «Flora Series» на вегетацию 3-х сортов риса;
- изучение влияния питательного раствора с комплексом микроэлементов «Унифлор» на вегетацию 3-х сортов риса;
- изучение влияния комплексного водорастворимого удобрения «Акварин» на вегетацию 3-х сортов риса;
- составление биометрических характеристик сортов риса, выращенных методом гидропоники.

Методология исследования

Объекты исследования:

В работе были изучены условия выращивания сортов риса «Айкерим», «Фаворит» и «Янтарь». Данные сорта являются наиболее востребованными продуктами на отечественном рынке, а также имеют ряд отличий друг от друга по требованиям культивирования. В связи с этим имеет значение определить, какие сорта риса наиболее успешно растут в искусственных условиях.

Выбор субстратов

Для выращивания риса выбраны субстраты *перлит* и *пеностекло*. Данные субстраты выбраны с учетом их физических свойств объемной массы, пористости и водоудерживающей способности (таблица 1), что позволяют их использовать для выращивания зерновых.

Таблица 1

Основные физические свойства минеральных субстратов

Субстрат	Объемная масса (насыпная) г/см ³	Пористость сухого материала % от общего объема	Водоудерживающая способность, %
Перлит	0,30	85-90	51
Пеностекло Growplant	0,23	90-95	40

Выбор питательных растворов

В работе было использовано несколько «формул» питательных растворов, отличающихся между собой набором удобрений, а также их количеством.

1) Универсальные растворы для гидропоники от *General Hydroponics* представляют собой трехкомпонентную систему удобрений. Данный комплекс содержит все необходимые макроэлементы, а также микроэлементы в форме хелатов, способствующих усвоению питательных элементов. Состав данного раствора приведен ниже в таблице 2.

Серия *Flora* состоит из трех высококонцентрированных жидких питательных веществ:

1. *FloraGro* (активный рост) предназначена для вегетативной стадии развития, закладывает прочные корни у растения. Соотношение азота, фосфора и калия в данном растворе составляет N:P:K=3:1:6.

2. *FloraMicro* (основа питания) обеспечивает растение микроэлементами такими как медь, железо, марганец, молибден, бор. Соотношение азота, фосфора и калия в данном растворе составляет N: P: K= 5: 0: 1

3. *FloraBloom* (цветение) предназначен для периода плодоношения и цветения растения. Соотношение азота, фосфора и калия в данном растворе составляет N:P:K=0:5:4.

Таблица 2

Состав универсального раствора *Flora Series*

Элементы	Компонент <i>FloraGro</i> , % (N:P:K=3:1:6)	Компонент <i>FloraMicro</i> , % N:P:K=5:0:1	Компонент <i>FloraBloom</i> , % N:P:K=0:5:4
Азот нитратный	2,0	3,5	-
Азот аммонийный	1,0	1,5	-
Фосфор (P ₂ O ₅)	1,0	-	5,0
Калий (K ₂ O)	6,0	1,3	4,0
Магний	0,5	-	3,0
Бор	-	0,01	-
Кальций (CaO)	-	1,4	-
Медь	-	0,01	-
Железо	-	0,12	-
Марганец	-	0,04	-
Молибден	-	0,004	-
Цинк	-	0,015	-
Сера (SO ₃)	-	-	5,0

2) Основываясь на потребностях риса в питании, подобрали необходимые минеральные удобрения для питательного раствора № 1 на основе водорастворимых минеральных удобрений и жидкого комплекса микроэлементов «Унифлор».

Характеристика использованных минеральных удобрений для раствора №2 приведена ниже в таблице 3.

Таблица 3

Характеристика минеральных удобрений

Минеральное удобрение	Состав
Монофосфат калия (KH ₂ PO ₄)	P ₂ O ₅ - 50%, K ₂ O - 33%
Сульфат магния (MgSO ₄)	S - 13,3%, MgO- 16,7%
Нитрат кальция (Ca (NO ₃) ₂)	N- 14,9%,CaO- 27,0%
Сульфат калия (K ₂ SO ₄)	K ₂ O- 50%, S- 18%

Недостаток микроэлементов восполнялся за счет универсального комплекса микроэлементов «Унифлор», предназначенного для цветения и плодоношения растений. Данное средство производится в жидкой форме и состоит из 18 микроэлементов. «Унифлор» легко усваивается за счет наличия в нем хелатных соединений. Состав данного препарата приведен в таблице 4.

Таблица 4

Состав универсального комплекса «Унифлор» микроэлементов

Макро-, микро элементы	Концентрация (г/л)	Макро-, микро элементы	Концентрация (г/100 мл)
Азот	47	Медь	0,027
Калий	88	Молибден	0,008
Фосфор	32	Йод	0,006
Магний	5	Кобальт	0,004
Натрий	0,62	Хром	0,002
Железо	0,53	Никель	0,001
Марганец	0,13	Селен	0,0008
Бор	0,1	Бром	0,0005
Цинк	0,03	Алюминий	0,0001

3) Также были изучены водорастворимые минеральные удобрения (таблица 5) и универсальное микроудобрение «Акварин».

Таблица 5

Минеральные удобрения для приготовления раствора № 3

Минеральное удобрение	Состав
Калимагнезия ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$)	K_2O -28%, MgO - 9%
Сульфат магния ($MgSO_4$)	S- 3,3%, MgO - 16,7%
Нитрат кальция ($Ca(NO_3)_2$)	N- 14,9%, CaO - 27,0%
Хелат Железа	Fe- 13%
Нитрат Аммония (NH_4NO_3)	NO_3 - 17%, NH_4 - 7%

Препарат «Акварин» представляет собой смесь порошка и гранул белого и зеленого цветов. Состав данного комплекса удобрений приведен в таблице 6.

Таблица 6

Универсальное микроудобрение «Акварин»

Макро-, микро элементы	Концентрация (%)	Макро-, микро элементы	Концентрация (%)
Азот (N)	3	Цинк	0,014
Фосфор (P_2O_5)	11	Медь	0,01
Калий (K_2O)	35	Марганец	0,042
Магний (MgO)	4	Молибден	0,004
Сера (S)	9	Бор	0,02
Железо	0,054	Цинк	0,014

Использованное оборудование

В работе была апробирована гидропонная установка ручной сборки. Модель установки была создана по собственному эскизу, представляет собой малообъемную гидропонную систему по типу глубоководных культур (см. рисунок 1).

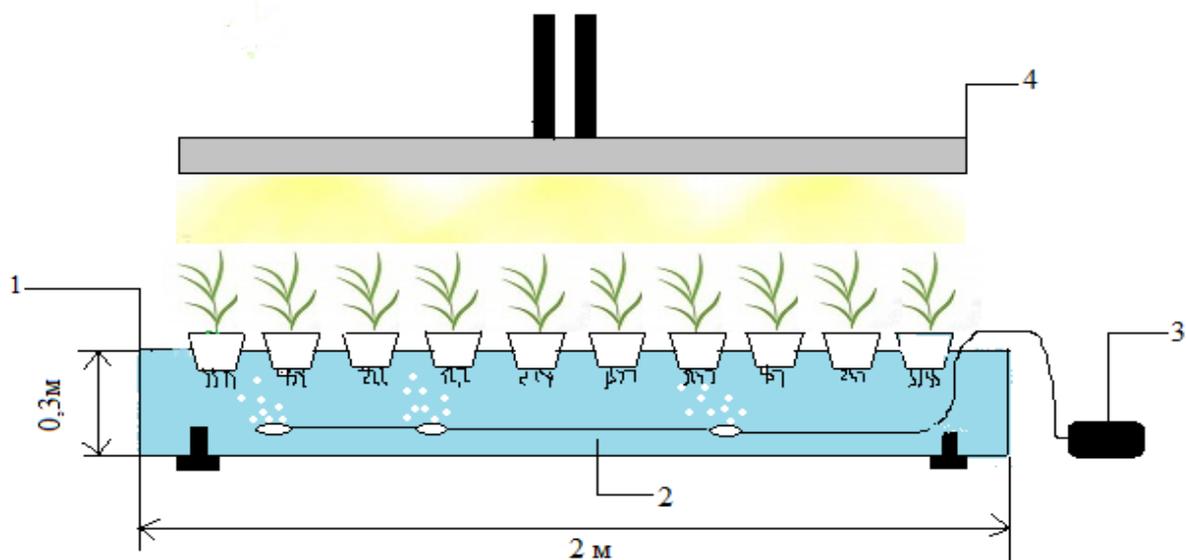


Рисунок 1. Схема гидропонной установки по собственному эскизу

1 - резервуар цилиндрической формы; 2 - питательный раствор; 3 - компрессор;
4 - люминесцентные лампы

Установка представляет собой трубу цилиндрической формы, вместимость которой составляет 15 л, параметры 2×0,3м. Данная гидропонная система создана по типу глубоководных культур (DWC), то есть контейнер с рисом помещен в специальные отверстия резервуара, а его корни полностью погружены в резервуар с питательным раствором. Линейные люминесцентные лампы были закреплены над установкой на расстоянии 15-20 см от риса для равномерного и целенаправленного распределения света.

В установке также предусмотрена подача кислорода с помощью компрессора мембранного типа Air 008, мощность которого составляет 3,5Вт, а максимальная производительность компрессора равна 270 л/ч. Данный вид компрессора работает за счет сжатия газа гибкими мембранами, выполняющими возвратно-поступательные движения.

При выборе искусственного освещения учитывали следующие особенности: длительность светового дня, интенсивность лампы, спектр излучения и его цветовая температура.

В качестве дополнительного источника освещения нами были использованы люминесцентные лампы. Спектр данных ламп может варьироваться от 2700 до 7800К, он приближается к естественному белому свету. Данные лампы не нагреваются, следовательно, не влияют на микроклимат гидропонной установки [3].

В ходе проведенных опытов была сохранена следующая последовательность действий (см. Рисунок 2).



Рисунок 2. Этапы проведения экспериментальных работ

Результаты и обсуждения

Изучение влияния питательного раствора, составленного на основе универсального комплекса Flora Series на вегетацию риса

Опыт был проведен в период «сентябрь - октябрь 2019 года».

Раствор для гидропоники Flora Series был подготовлен по инструкции рекомендуемой компанией General Hydroponics.

Подготовка семян к посеву

На втором этапе семена предварительно были замочены в воде при температуре 20°C в течение суток, при этом все мелкие, болезненные и загнившие семена всплыли и были удалены. Для повышения всхожести, активизации роста и повышения устойчивости к неблагоприятным факторам семена риса были обработаны 3% перекисью водорода.

Семена проращивали в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге до достижения длины ростков 2-2,5 мм. Уровень увлажненности фильтровальной бумаги контролировался ежедневно, при необходимости была использована дополнительная вода комнатной температуры.

Проросшие семена риса были перенесены в стаканы с субстратами и посажены в гидропонную установку (рисунок 3).

Были созданы оптимальные климатические условия для выращивания риса: влажность воздуха от 55-85% (в зависимости от времени суток), температура помещения от 24-28 °С, температура питательного раствора от 18-24 °С, фотопериод составлял 12 часов.



Рисунок 3. Подготовительные работы

На втором этапе до появления третьего листочка (фаза всходов) в цилиндр подавали раствор Flora Series в разведении FloraGro - 0,25 мл/л, Flora Bloom – 0,25 мл/л, Flora Micro-0,25 мл/л (таблица 7). При этом pH раствора поддерживали на уровне 6-6,5. Общий диапазон растворенных частиц питательного раствора находился на уровне 350-400 ppm.

Таблица 7

Состав раствора №1 для на основе Flora Series

Проростание (до появления корешков)	Фазы развития	
	Всходы (до 3-го листа)	Кущение (Образование 3-4 листа, до 8-9 лиса)
Водопроводная отстоявшаяся вода	FloraGro - 0,25 мл/л Flora Bloom –0,25 мл/л Flora Micro- 0,25 мл/л	Flora Gro- 0,75 мл/л FloraBloom –0,75 мл/л FloraMicro- 0,75 мл/л

На третьем этапе раствор для фазы всходов был полностью заменен раствором для фазы кущения, в котором были увеличены дозы компоненты в 3 раза: Flora Gro- 0,75 мл/л FloraBloom –0,75 мл/л FloraMicro- 0,75 мл/л (таблица 8). Количество растворенных частиц - на уровне 700-800ppm.

В дальнейшем проводили наблюдения за развитием и фиксировали даты наступления фаз вегетации (проростание, всходы, кущение) в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

**Календарный срок наступления фаз вегетации сортов риса на растворе №1
(сентябрь-октябрь 2019 г.)**

Сорта	Фазы вегетации											
	Прорастание		Всходы до 3-4 листа		Кущение до 8-9 листов		Трубкавание		Выметывание и цветение		Созревание	
	начало	полное	начало	полное	начало	полное	начало	полное	начало	полное	начало	полное
Янтарь	4.09	14.09	15.09	14.10	15.10	-	-	-	-	-	-	-
Фаворит	4.09	12.09	13.09	09.10	10.10	-	-	-	-	-	-	-
Айкерим	4.09	11.09	12.09	02.10	02.10	-	-	-	-	-	-	-

По данной методике изучаемые растения показали в целом хорошую всхожесть семян: для сорта Янтарь - 60 %; для сорта Фаворит - 75%; для сорта Айкерим - 97%.

Сроки прорастания сортов риса «Янтарь», «Фаворит» и «Айкерим» составили от 7 до 10 дней. После подачи питательного раствора фаза всходов наступила для трех сортов по разному: у сорта «Янтарь» всходы начались на два дня позже, чем у сорта «Фаворит» и на 3 дня позже, чем у сорта «Айкерим», период составил 29 дней.

У сорта «Фаворит» фаза всходов началась (появление 3 настоящего листа) на 8-ой день от посева и развитие длилось 22 дня до полных всходов.

Рис сорта «Айкерим» пророс за 7 дней и фаза кущения составила 20 дней, т.е. была меньше, чем у сорта «Янтарь» на 9 дней, а сорта риса «Фаворит» на 2 дня.

Начиная с 3 недели развития риса, были замечены начальные признаки увядания. С помощью диаграммы цвета листьев риса, применяемой при диагностике дефицита азота в питании, было произведено сравнение цветов выращиваемых сортов риса.

Так замечено, что все три сорта риса обладали светло-зеленой окраской (Рисунок 5). За исключением сорта Янтарь, особенностью которого является светлая окраска. Помимо признаков дефицита азота, также был отмечен почти белый цвет кончиков листьев, а также их легкая скрученность. Согласно детальному описанию признаков дефицита питания риса (Танака и Есида, 1970), одним из его признаков является приобретение белого цвета листьев, особенно быстро поражаются молодые саженцы.



**Рисунок 4. 21-ый день опыта по выращиванию риса
на гидропонной установке**

Три сорта риса не достигли фазы полного кущения. Вегетация риса остановилась, листья приобрели заметно желтый цвет, верхушки листьев начали отмирать, в связи с этим опыт был остановлен.

Изучение влияния питательного раствора, созданного на основе минеральных удобрений и комплекса микроэлементов «Унифлор» на всхожесть и вегетацию риса

Опыт был проведен в период «октябрь-ноябрь 2019 года».

Заранее обработанные 3% перекисью водорода семена риса заранее были промыты и замочены в воде комнатной температуры на 24 часа до набухания. Субстраты перлит и пеностекло были замочены в воде для того чтобы материал полностью впитал влагу. Затем ими наполнены контейнеры для посадки семян. Подготовленные семена без проращивания сажали по 7 шт в каждый контейнер, наполненный субстратом.

Были созданы оптимальные климатические условия для выращивания риса: влажность воздуха 55-85% (в зависимости от времени суток), температура помещения 22-28 °С, температура питательного раствора 18-24 °С, фотопериод составлял 12 часов.

Для составления раствора №2 были применены минеральные удобрения: сульфат калия, селитра кальциевая, сульфат магния, монофосфат калия и комплекс микроэлементов «Унифлор». Химический состав питательного раствора №2 был составлен в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9

Состав раствора №2 для выращивания риса на гидропонике

Компоненты раствора	Количество веществ на 1 л воды
Сульфат калия K_2SO_4	0,11г
Селитра кальциевая $Ca(NO_3)_2$	1г
Сульфат магния $MgSO_4$	0,18г
Монофосфат калия KH_2PO_4	0,31г
Комплекс микроэлементов «Унифлор»	0,3 мл

Заранее подготовленные и взвешенные компоненты для раствора №2 были разбавлены в отдельно разлитые 1-литровые емкости с отстоявшей водой в следующей последовательности:

- 1) Емкость № 1. Селитра кальциевая
- 2) Емкость № 2. Монофосфат калия
- 3) Емкость № 3. «Унифлор»
- 4) Емкость № 4. Сульфат калия
- 5) Емкость № 5. Сульфат магния

Чтобы раствор не выпал в осадок, все разведенные в воде компоненты были размешаны между собой, в такой же последовательности в 1 л воды добавляли по 60 мл с каждой емкости. Поддерживали кислотно-щелочной баланс на уровне $pH=6-6,5$. Готовый раствор был использован во всех фазах развития в одинаковом соотношении. В дальнейшем проводили наблюдения за развитием и определяли даты наступления фазы вегетации (прорастание, всходы, кущение) в соответствии с таблицей 10.

Календарный срок наступления фаз вегетации у растения сортов риса на растворе №2 (октябрь - ноябрь 2019 г.)

Сорта	Фазы вегетации											
	Прорастание		Всходы до 3-4 листа		Кущение до 8-9 листов		Трубкавание		Выметывание и цветение		Созревание	
	начало	полное	начало	полное	начало	полное	начало	полное	начало	полное	начало	полное
Янтарь	19.10	27.10	28.09	12.11	-	-	-	-	-	-	-	-
Фаворит	19.10.	27.10	28.10	12.11	-	-	-	-	-	-	-	-
Айкери м	19.10	25.10	26.10	12.11	-	-	-	-	-	-	-	-

По данной методике всхожесть семян составила: для сорта Янтарь - 75 %; для сорта Фаворит - 86%; для сорта Айкерим - 100%.

Сроки прорастания сортов риса «Янтарь», «Фаворит» и «Айкерим» разные и составили 6-8 дней. Для сорта «Янтарь» и «Фаворит» фаза прорастания продолжилась 8 дней. Сорт «Айкерим» пророс полностью за 6 дней.

Фаза всходов (появление 3 настоящего листа) началась у сорта «Айкерим» раньше на два дня, чем у сортов «Янтарь», «Фаворит».

На 22 день рис перестал нормально развиваться, листья были желтыми, сухими и вялыми. Был замечен белый налет на контейнерах (Рисунок 13). Данный налет появился, предположительно, из-за избытка кальция в растворе. Края листьев трех сортов риса стали приобретать желтовато-коричневый цвет.

Также было замечено появление водорослей в виде зеленого налета, что служит признаком избыточного увлажнения субстрата либо недостаточной аэрации корневой системы.

Изучение влияния питательного раствора, созданного на основе минеральных удобрений и комплексного водорастворимого удобрения «Акварин» на вегетацию риса

Опыт был проведен в период «февраль-июнь 2020 года». Данный опыт проводился на карантине в домашних условиях с соблюдением заданной температуры, освещения и влажности, но горшочки погружены в отдельные малые емкости с аэрируемыми растворами.

Проведение опыта состояло из следующих этапов: замачивание семян на 6 часов в воде, подготовка субстратов (замачивание, промывка, наполнение субстратом контейнеров), посев семян, приготовление раствора №3 и запуск установки.

Семена риса заранее были промыты и замочены в воде комнатной температуры на 24 часа до набухания. Семена сажали по 15 шт в каждый контейнер, наполненный субстратами.

Для составления раствора №3 были подобраны следующие удобрения, применяемые в рисоводстве и гидропонике с азото-фосфорно-калийным составом и др: калимагnezия, нитрат аммония, сульфат магния, кальциевая селитра, хелат железа Fe и комплексное удобрение «Акварин».

Опытный раствор был составлен с учетом необходимых элементов для вегетации риса со следующей дозировкой, указанной в таблице 11.

Таблица 11

Состав рабочего раствора № 3

Название удобрения	Количество вещества г/л воды
Калимагnezия ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$)	0,07
Сульфат магния ($MgSO_4$)	0,18
Нитрат кальция ($Ca(NO_3)_2$)	0,27
Хелат Железа	0,01
Нитрат Аммония (NH_4NO_3)	0,5
Акварин	0,8

Были созданы оптимальные климатические условия для выращивания риса: влажность воздуха 55-85% (в зависимости от времени суток), температура помещения 22-28 °С, температура питательного раствора 18-24 °С, фотопериод составлял 12 часов.

После прорастания риса на фазе всходов был подан раствор №3 в соответствии с таблицей 13.

Наступление разных фаз вегетаций риса происходило в соответствии со сроками, указанными в таблице 12.

Таблица 12

Календарный срок наступления фаз вегетации у растения сортов риса на растворе №3 (февраль - май 2020 г.)

Сорта	Фазы вегетации											
	Прорастание		Всходы до 3-4 листа		Кушение до 8-9 листов		Трубкавание появление флагового (последнего) листа		Выметывание и цветение		Созревание	
	начало	полное	начало	полное	начало	полное	начало	полное	начало	полное	начало	полное
Янтарь	22.02	01.03	02.03	24.03	-	-	-	-	-	-	-	-
Фаворит	22.02	02.03	04.03	22.03	23.03	18.04	19.04	10.05	11.05	17.05	17.05	19.06
Айкерим	22.02	01.03	02.03	20.03	21.03	19.04	20.04	10.05	11.05	17.05	17.05	17.06

Начало появления 3 листа (фаза всходов) для сортов «Янтарь» и «Айкерим» одинаково: на 8-й день. У сорта «Фаворит» фаза всходов началась на день позже, чем у других сортов риса. Фаза всходов для сортов риса составила: «Янтарь» - 22 дня ; «Фаворит» - 18 дней; «Айкерим»- 18 дней (рисунок 5).



Рисунок 5. Рис сортов «Фаворит» и «Айкерим» на фазе всходов

Фаза кущения начинается с появлением 3 листа до 8-9 листьев. Для сорта «Янтарь» фаза кущения не настала, так как растение стало желтеть и высыхать. Для сортов «Фаворит» и «Айкерим» кущение длилось в течение 24-25 дней.

Выход в трубку у сорта «Фаворит» начался на 56 день и длился 21 день (рисунок 8). У сорта «Айкерим» флаговый (последний) лист начал появляться на 57-й день.



Рисунок 6. Фаза выхода в трубку Сорт «Фаворит»

Главная метелка появилась у сорта «Айкерим» на 84-й день, у сорта «Фаворит» на 85-й день и цветение продолжилось 5-7 дней (рисунок 7).



Рисунок 7. Выметывание и цветение риса «Фаворит» и «Айкерим» на гидропонике

Фаза созревания протекала 28 дней для сорта «Фаворит», а для сорта «Айкерим» - 30 дней (рисунок 8).



Рисунок 8. Фаза созревания «Айкерим» и «Фаворит»

На 32-36 день после цветения была прекращена подача питательного раствора для полного созревания риса. В итоге зерно сорта риса «Фаворит» созрело за 119 дней; сорта «Айкерим» - за 117 дней. После сбора полученного урожая растения риса были помещены под прямые солнечные лучи для достижения полного высыхания (Рисунок 9).



Рисунок 9. Сушка риса

Определяли следующие количественные признаки: высоту растения, продуктивную кустистость, число колосков на главной метелке, массу зерна с растения и главной метелки, пустозерность, а также продолжительность периода от посадки до выметывания (таблица 13).

Таблица 13

**Биометрическая характеристика сортов риса,
выращенных методом гидропоники, 2020**

Название сортов	Высота растения, см	Продуктивная кустистость, шт	Длина главной метелки, см	Пустозерность, в %	Вес 1000 шт зерна, г
«Фаворит» по стандарту	(93,45±8,65)	2,5±0,15	15±2,31	13±4,71	34,5±7,12
«Фаворит» на гидропонике (n=10)	91,5±11,2	3±0,64	14,5±2,18	16±2,64	33±2,01
«Айкерим» по стандарту	120±17,65	3±0,07	24±4,32	13,5±1,90	32,5±3,27
«Айкерим» на гидропонике (n=10)	116±9,14	3±0,24	23,5±4,11	20±5,33	30±4,16

Полное созревание риса сорта «Фаворит» наступило на 119 день, что на два дня позже, чем у сорта «Айкерим». Вегетационный период данных сортов риса на гидропонике больше на 4 и 2 дня, соответственно, в сравнении с традиционным способом выращивания в открытом грунте. Биометрические параметры сортов риса «Айкерим», «Фаворит», такие как рост растения, продуктивная кустистость, длина главной метелки, полученные в условиях гидропоники, находятся в пределах нормы почвенных культур. Пустозерность риса сорта «Айкерим», выращенного на гидропонике, выше на 5%, чем на почве. Кроме того, масса 1000 г зерна была ниже на 8-9% по сравнению с нормой.

Три сорта риса не достигли фазы полного кущения. Вегетация риса остановилась, листья приобрели заметно желтый цвет, верхушки листьев начали отмирать, в связи с этим опыт был остановлен.

Изучение влияния питательного раствора, созданного на основе минеральных удобрений и комплекса микроэлементов «Унифлор» на всхожесть и вегетацию риса

Опыт был проведен в период «октябрь-ноябрь 2019 года».

Заранее обработанные 3% перекисью водорода семена риса заранее были промыты и замочены в воде комнатной температуры на 24 часа до набухания. Субстраты перлит и пеностекло были замочены в воде для того чтобы материал полностью впитал влагу. Затем ими наполнены контейнеры для посадки семян. Подготовленные семена без проращивания сажали по 7 шт в каждый контейнер, наполненный субстратом.

Были созданы оптимальные климатические условия для выращивания риса: влажность воздуха 55-85% (в зависимости от времени суток), температура помещения 22-28 °С, температура питательного раствора 18-24 °С, фотопериод составлял 12 часов.

Для составления раствора №2 были применены минеральные удобрения: сульфат калия, селитра кальциевая, сульфат магния, монофосфат калия и комплекс микроэлементов «Унифлор». Химический состав питательного раствора №2 был составлен в соответствии с таблицей 10.

Выводы

1. При заданных в эксперименте условиях освещения, температуры и влажности растворы «Flora Series» и созданный на основе водорослевых минеральных удобрений и комплекса «Унифлор» являются неблагоприятными для выращивания риса. Сорта риса «Айкерим», «Фаворит» и «Янтарь» имели признаки дефицита питания.

2. Питательный раствор № 3 на основе минеральных удобрений (калмагнезия, кальциевой селитры, нитрат аммония, сульфат магния, хелат железа) и комплекса Акварин является благоприятным для выращивания растений риса. В период с февраля по июнь три сорта риса «Фаворит» и «Айкерим» в искусственно созданных, контролируемых условиях среды, при влажности воздуха 55-85% (в зависимости от времени суток), температуре помещения 24-28° С, фотопериоде 12 часов с дополнительным люминесцентным источником освещения достигли полной вегетации. Следовательно, следующая концентрация питательных веществ при заданных условиях является достаточной для нормального роста и развития растений риса: N= 60 мг/л, P=19, 65 мг/л, K=70,35 мг/л, Mg=26,25 мг/л, S= 15 мг/л, B=0,075 мг/л, Ca=7,5 мг/л, Cu=0,075 мг/л, Fe=0,9 мг/л, Mn=0,3 мг/л, Mo=0,03 мг/л, Zn=0,12 мг/л.

Список литературы

1. Жайлыбай К.Н. Арал өңірінің экологиясы және егіншілігі проблемалары //Қазақстанның білім және ғылым әлемі. – 2011. – №9(60). – С. 2-6.
2. Коржаков А.В, Лойко В.И., Оськин С.В. и др. Результаты экспериментальных исследований влияния акусто-магнитного поля на электропроводность и водородный показатель гидропонного раствора //Научный журнал КубГАУ. – 2015. – №110(06). С. 518-530.
3. Давиденко Ю.Н. Настольная книга домашнего электрика: Люминесцентные лампы. – Санкт-Петербург: Наука и техника, 2005. – 224с.

Л.Х. Ақбаева¹, К.А. Муканова¹, А.Б. Абжалелов², Н.К. Кобетаева¹, Е.А. Тулегенов³

¹Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

²РМК «Республикалық микроорганизмдер коллекциясы», Нұр-Сұлтан, Қазақстан

³Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

Гидропоника әдісімен күріштің «Айкерим», «Фаворит» және «Янтарь» сұрыптарын өсіру технологиясын әзірлеу

Аңдатпа. Күріш шаруашылығындағы маңызды бағыттардың бірі - ресурс үнемдейтін тиімділігі жоғары технологиялар болып табылады. Табиғи шығынды үнемдейтін осындай технологиялар тек қоршаған ортаға экологиялық тұрғыда пайдалы болып қана қоймай, сонымен қатар ауылшаруашылық кәсіпорындарының пайда табулары үшін қаржылық тұрғыдан өте тиімді болып келеді.

Гидропоникалық қондырғыда күріш өсіруде «жасыл технологиялар» әдісі ретінде күріш өсіру мен күріштің сапасына байланысты бірқатар экологиялық мәселелерді шешеді. Атап айтқанда, су ресурстарын үнемдеу, экологиялық таза өнімге қол жеткізу, пестицидтерді қажет етпейді және жыл мезгіліне тәуелді болмау. Жұмыста күріш түрлерінің «Айкерим», «Фаворит» және «Янтарь» сұрыптарын өсіру барысында гидропоника әдісін қолдану мүмкіндігі зерттелген. Гидропоникада өсімдіктерді өсіруге арналған «Flora Series» әмбебап кешені, микроэлементтер кешені бар «Унифлор» және кешенді суда еритін «Акварин» тыңайтқыштың негізінде құрастырылған күріштің үш сұрыбының вегетациясына тиімді болатын қоректік ерітінділерін таңдау бойынша тәжірибелер жүргізілді. Авторлар гидропоникада күріштің «Айкерим», «Фаворит» және «Янтарь» сорттарын өсіруге ерітіндінің қолайлы құрамын ұсынады. Жұмыста гидропоникада өсірілген күріш сорттарының биометриялық сипаттамалары келтірілген, сонымен қатар қолмен құрастырылатын гидропоникалық қондырғының жеке эскизі ұсынылған.

Экспериментте қажетті мөлшерде берілген жарық, температура және ылғалдылық жағдайында «Flora Series» ерітінділері және суда еритін минералды тыңайтқыштар мен «Унифлор» кешенінің негізінде жасалған күріш өсіруге қолайлы емес екендігі анықталды. Минералды тыңайтқыштарға негізделген қоректік ерітінді (калмагнезия, кальций нитраты, аммоний нитраты, магний сульфаты, темір хелаты) және «Аквариум» әмбебап микротыңайтқышы негізіндегі кешен жақсы нәтиже береді, атап айтқанда, дәндері толық піскен күріш өсімдіктері алынды.

Түйін сөздер: гидропоника, субстрат, ерітінді, күріш, сорт.

L.Kh. Akbayeva¹, K.A. Mukanova¹, A.B. Abzhalelov², N.K. Kobetaeva¹, E.A. Tulegenov³

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

²RSE «Republican Collection of Microorganisms», Nur-Sultan, Kazakhstan

³Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

Development of technology for growing rice varieties «Aikerim», «Favorit» and «Yantar» by hydroponics

Abstract. One of the most important directions in rice farming is highly efficient resource-saving technologies. They are not only partially reduce the environmental burden on the environment throughout the country, but also very profitable from a financial point of view for the agricultural enterprises themselves.

Rice cultivation on a hydroponic plant as a method of "green technologies" solves a number of environmental problems related to rice cultivation and the quality of rice itself.

The article examines the possibility of using the hydroponics method in the cultivation of rice varieties «Aikerim», «Favorite» and «Yantar». Nutrient solutions on the basis of Flora series universal complex, Uniflor complex with trace elements, and Aquarin water-soluble fertilizer compound were selected during the experiments of 3 rice varieties vegetation. The authors propose the most appropriate composition of nutrient solution for growing these rice varieties hydroponically. The article presents biometric characteristics of rice varieties grown on hydroponics, and also offers its own scheme of a hand-assembled hydroponic installation.

It was found that under the conditions of lighting, temperature, and humidity specified in the experiment, the solutions of the Flora Series and created on the basis of water-soluble mineral fertilizers and the Uniflor complex are insufficiently favorable for rice cultivation. Whereas a nutrient solution based on mineral fertilizers (potassium ammonium nitrate, calcium nitrate, ammonium nitrate, magnesium sulfate, gelate) and complex give good results. Plants are obtained with full vegetation until full-grain maturity.

Keywords: hydroponics, substrate, solution, rice, varieties.

References

1. ZHajlybaj K.N. Aral onirinin ekologiyasy zhane eginshiligi problemalary , Kazakstannyn bilim zhane gylm alemi [Problems of ecology and agriculture of the Aral Sea region, The world of education and science of Kazakhstan], 9(60), 2-6 (2011). [in Kazakh]
2. Korzhakov A.V, Lojko V.I., Os'kin S.V. i dr. Rezul'taty eksperimental'nyh issledovaniy vliyaniya akusto-magnitnogo polya na elektroprovodnost' i vodorodnyj pokazatel' gidroponnogo rastvora, Nauchnyj zhurnal KubGAU, 110(06), 518-530 (2015). [in Russian]
3. Davidenko YU.N. Nastol'naya kniga domashnego elektriika: Lyuminescentnyye lampy [Handbook for a home electrician: Fluorescent lamps, St. Petersburg: Science and technology] (Sankt-Peterburg: Nauka i tekhnika, 2005, 224 p.). [in Russian]

Сведения об авторах:

Акбаева Л.Х. - кандидат биологических наук, профессор, кафедра «Менеджмент и инженерия в области охраны окружающей среды», Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, г. Нур-Султан, Казахстан.

Муканова К.А. - докторант специальности 6D060800 «Экология», кафедра «Менеджмент и инженерия в области охраны окружающей среды», Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, г. Нур-Султан, Казахстан.

Абжалелов А.Б. - доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории «Биотехнология микроорганизмов» РГП «Республиканская коллекция микроорганизмов», ул. Ш. Валиханова, 13/1, г. Нур-Султан, Казахстан.

Кобетаева Н.К. - кандидат биологических наук, доцент, профессор, кафедра «Менеджмент и инженерия в области охраны окружающей среды», Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, г. Нур-Султан, Казахстан.

Түлегенов Е.А. - PhD, старший преподаватель, заведующий кафедрой «География», Казахский национальный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан.

Акбайева Л.Кн. - Candidate of Biological Sciences, professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Faculty of Natural Sciences, Department of Management and Engineering in the field of environmental protection, 2 Satpayev str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Муканова К.А. - Ph.D. student in Ecology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Faculty of Natural Sciences, Department of Management and Engineering in the field of environmental protection, 2 Satpayev str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Abzhalelov A.B. - Leading researcher of the laboratory "Biotechnology of Microorganisms", RSE "Republican Collection of Microorganisms", 13/1 Sh. Ualikhanov str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Kobetaeva N.K. - Candidate of Biological Sciences, assistant professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Faculty of Natural Sciences, Department of Management and Engineering in the field of environmental protection, 2 Satpayev str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Tolegenov E.A. - Senior Lecturer, Head of the Geography Department, Kazakh National Women's Pedagogical University, Faculty of Geography, 99 Aiteke Bi str., Almaty, Kazakhstan.