

## СТИМУЛИРОВАНИЕ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫМИ ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ

В.С. Корко, канд. техн. наук, доцент, П.В. Кардашов, канд. техн. наук, доцент, И.Б. Дубодел, канд. техн. наук, доцент, С.А. Козар, аспирант (БГАТУ)

### Аннотация

*Представлены результаты экспериментальных исследований и обоснованы режимы и параметры электроактивированных водных растворов для повышения всхожести и энергии прорастания семян зеленных культур в условиях сооружений защищенного грунта.*

*Experimental results and substantiated modes and parameters electroactivated aqueous solutions to improve germination and seed vigor of green crops in buildings protected ground are given.*

### Введение

Успешное решение задач по повышению урожайности сельскохозяйственных культур требует применения высокоэффективных технологий подготовки посевного и посадочного материала.

Традиционно применяемые методы повышения всхожести семян, роста и развития сельскохозяйственных культур с помощью химических и биологических стимуляторов достаточно трудоемки, экологически небезопасны, требуют больших затрат и не всегда дают хороший эффект.

Применение электрофизических методов в семеноводстве наиболее целесообразно при селекции семян, в растениеводстве – при предпосевной обработке семян. Перспективным является применение электрофизических методов в выращивании пряно-ароматических и зеленных растений, спрос на которые с каждым годом растет в Республике Беларусь. При внедрении предлагаемых методов и средств снижается использование пестицидов в целом и становится реальным получение продукции растениеводства по стандарту Green Food (здоровая пища), в чем видится социальная и экологическая значимость исследований [1-5].

Привлекательность технологии электроактивации растворов для сельского хозяйства объясняется тем, что из пресной воды или слабоминерализованной жидкости при относительно небольших затратах могут быть получены эффективные и экологически чистые технологические растворы (анодиты, катодиты). Опыты по использованию этих растворов для стимуляции семян самых различных культур (овощных, зерновых, масличных) показывают достаточно высокую эффективность: повышение всхожести, уменьшение вегетативного периода, большая устойчивость к заболеваниям, рост урожайности [2-4].

В то же время результаты исследований в ряде случаев резко отличаются у раз-

личных исследователей, практически отсутствуют сравнительные исследования по влиянию анолитов, катодитов и их смесей на всхожесть и проращивание семян зеленных культур.

Целью данной работы являются: обоснование режимов и параметров электроактивированных водных растворов для повышения эффективности процессов стимулирования всхожести и проращивания семян зеленных культур в условиях сооружений защищенного грунта.

### Основная часть

Одними из основных посевных показателей качества семян, определяемых государственными стандартами (СТБ 1123-98 и СТБ 1894-2008), являются: их лабораторная всхожесть, энергия прорастания, длина проростков и длина корней. Соответственно, задачей экспериментальных исследований являлось определение влияния электроактивированных растворов с различным уровнем водородного показателя (рН) и окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) на вышеуказанные стандартные показатели при обработке семян салата «Курлед» и укропа «Геркулес» по сравнению с проращиванием в обычной водопроводной воде.

В качестве объекта активирования использовали раствор поваренной соли NaCl концентрацией 10 г/л в водопроводной воде, имеющей исходные  $pH=7.3...7.5$  и  $ОВП=+250...309$  мВ. Электроактивированные растворы, параметры которых представлены в табл. 1, приготовлены в экспериментальном электрохимическом реакторе при напряжении питания 12 В и рабочем токе 4 А.

Таблица 1. Показатели электроактивированных растворов

Катодит		Анолит		Смесь катодита и анолита 1:1	
рН	ОВП, мВ	рН	ОВП, мВ	рН	ОВП, мВ
7,8...8,2	-350... -530	5,1...6,0	+600...+807	3,1...4,1	+390... +600

Исследования проводили по следующей методике. Из чистой фракции исследуемой культуры отбирали четыре пробы по 100 штук семян, которые раскладывали вручную на расстоянии 0,5 см друг от друга на ложе трехслойной, увлажненной электроактивированными растворами до полной влагоемкости фильтровальной бумаги, в чашках Петри. Чашки закрывали стеклом и помещали в термостат, поддерживающий температуру +21°C. Состояние ложа проверяли ежедневно, при необходимости смачивая его электроактивированными растворами, не допуская переувлажнения. Энергию прорастания определяли на 5-е сутки для салата и на 7-е сутки для укропа, соответственно всхожесть – на 10-е и 14-е сутки. К числу всхожих относили семена, корешки которых достигали половины их длины. Среднеарифметические значения результатов опытов приведены на рис. 1 и 2.

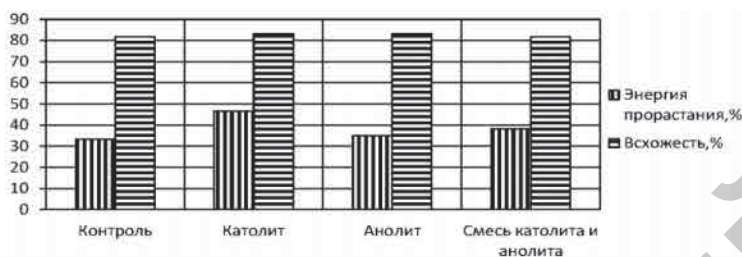


Рисунок 1. Показатели энергии прорастания и всхожести салата

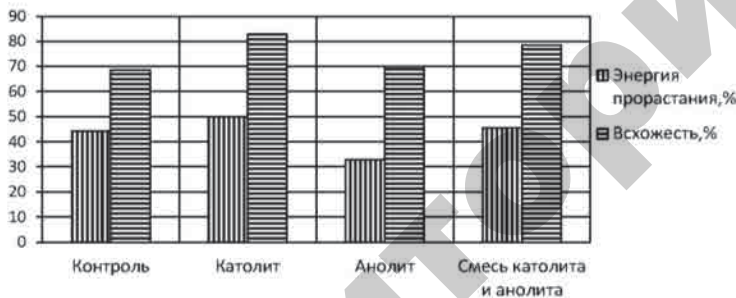


Рисунок 2. Показатели энергии прорастания и всхожести укропа

Анализ результатов исследования (рис. 1 и 2) показывает, что во всех опытных партиях наблюдается положительный эффект стимуляции жизнедеятельности семян, однако неодинаковый для разных культур и для исследуемых показателей. В результате обработки электроактивированными растворами заметно увеличилась энергия прорастания семян обеих культур, за исключением отрицательного воздействия анолита на семена укропа (снижение энергии прорастания на 11,4 %) и отсутствия эффекта при обработке салата смесью анолита и катодита. Весьма заметное стимулирующее воздействие на семена оказывает обработка катодитом, которая обеспечивает повышение энергии прорастания салата более чем на 13 % и укропа – почти на 6 %.

Общая всхожесть семян контрольной партии составила всего 81,7 % для салата и 68,6 % для укропа, что соответствует показателю их кондиции. В опыт-

ных партиях общая всхожесть выше по сравнению с контролем, т.е. семена, которые находились в глубоком покое и не проросли в обычных условиях, в результате стимуляции дали всходы, тем самым повысив кондиционность. Причем, в катодите общая всхожесть укропа увеличилась более чем на 14 %, а салата – всего на 1,6 %. Аналогично в анолите всхожесть укропа увеличилась на 1,4 % и салата – на 1,6 %. В то же время смесь катодита и анолита обеспечила повышение всхожести укропа на 10 % и не оказала влияния на всхожесть салата.

Для сравнительной оценки и визуального представления интенсивности развития растений в начальный период после проращивания в среде электроактивированных растворов произвели фотографирование образцов на 5-й день онтогенеза (рис. 3) и замеры длины корешков и проростков на 11-й день онтогенеза (табл. 2 и 3).

Анализ фотографий (рис. 3) и результатов исследований (табл. 2, 3) показывает, что по своему биологическому развитию проросшие семена в каждой партии имеют определенные различия по длине корешков и проростков, причем в пользу стимулирующих видов обработки.

Во всех опытных партиях происходит более интенсивный их рост и развитие. Корни салата и укропа имеют наибольшую длину при проращивании семян в среде катодита, а длина проростков укропа больше почти на 55 % в среде анолита, салата – на 90 % в смеси анолита и катодита.

Результаты статистической обработки экспериментальных данных по методике [6] приведены в табл. 4.

Регрессионный анализ показал сильную зависимость энергии прорастания, всхожести, длины корней и проростков от обрабатываемого электрохимически активированного раствора у салата и укропа. Полученные модели – уравнения регрессии, качественно оценены по уровню значимости критерия Фишера. Степень точности описания моделей оценивалась коэффициентом детерминации ( $R^2$  – квадрат). Критерий Фишера, по данным табл. 4, во всех случаях меньше 0,05, следовательно, все модели значимы, а поскольку коэффициент детерминации в большинстве результатов больше 0,95, можно говорить о высокой точности аппроксимации, и только в отдельных – об удовлетворительной.

Полученные уравнения регрессии позволяют адекватно определить агрономические показатели семян и проросших растений при использовании электроактивированных растворов, указанных в табл. 1 параметров.

Таким образом, улучшение посевных качеств семенного материала и повышение биологической активности растений в среде электроактивированных

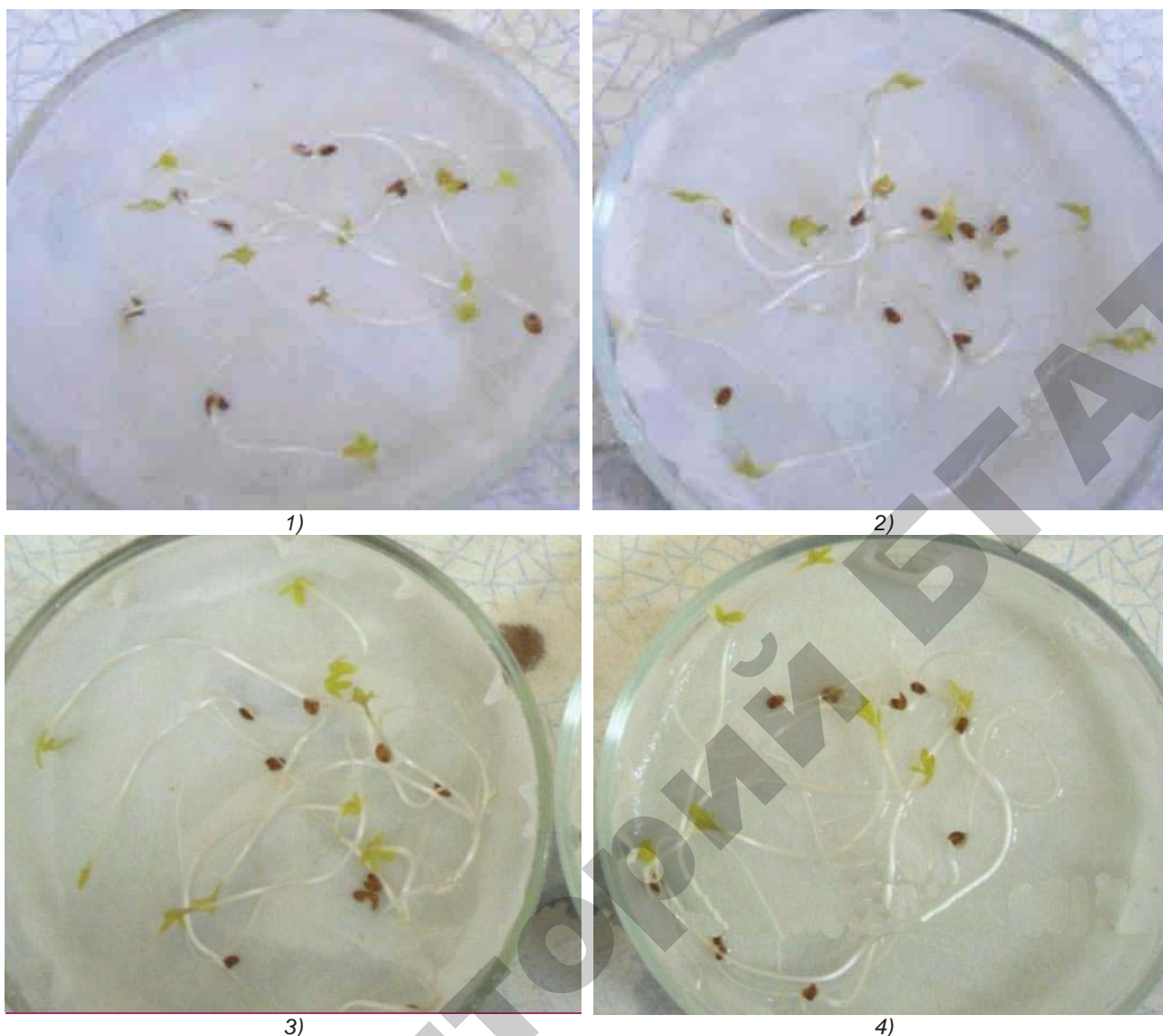


Рисунок 3. Пятидневные проростки семян салата «Курлед»:

1 – контроль; 2 – в католите; 3 – в анолите; 4 – в смеси анолита и католита

**Таблица 2. Длина корней салата и укропа в среде активированных растворов**

Культура	Длина корней							
	Контроль		Католит		Анолит		Смесь католита и анолита 1:1	
	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%
Салат «Курлед»	63,3	100	85,1	134,4	64,9	102,5	71,5	113
Укроп «Геркулес»	28,3	100	42,6	150,5	29,3	103,5	26,4	93,3

**Таблица 3. Длина проростков салата и укропа в среде активированных растворов**

Культура	Длина проростков							
	Контроль		Католит		Анолит		Смесь католита и анолита 1:1	
	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%
Салат «Курлед»	39,9	100	66,8	167,4	63,4	158,9	75,9	190,2
Укроп «Геркулес»	34,6	100	39,4	113,9	53,6	154,9	34,8	100,6

растворов выражается в более быстром и полном выходе семян из состояния покоя, возрастании лабораторной всхожести (на 10...14 %), увеличении энергии

прорастания, размеров корешков и проростков. Как отмечается в работах [2, 3], под действием активированной воды в семенах происходит ряд процессов,

**Таблица 4. Результаты статистической обработки экспериментальных данных по стимулированию процессов проращивания семян зеленных культур**

Раствор	Энергия прорастания семян			Всхожесть семян			Длина корней			Длина проростков		
	Критерии, определяющие эффективность регрессионной модели											
	Критерий Фишера $p < 0,05$	Коэф-т детерминации $> 0,95$	Уравнение регрессии $Y$	Критерий Фишера $p < 0,05$	Коэф-т детерминации $> 0,95$	Уравнение регрессии	Критерий Фишера $p < 0,05$	Коэф-т детерминации $> 0,95$	Уравнение регрессии	Критерий Фишера $p < 0,05$	Коэф-т детерминации $> 0,95$	Уравнение регрессии
<b>Салат «Курлед»</b>												
Исходная вода	0,03	0,962	14,26+ +0,39X	0,026	0,998	1,98+ +0,69X	0,0000 5	0,955	-4,42+ +0,414X	0,00025	0,96	-14,42+ +1,57X
Католит	0,001	0,982	-1,51+ +0,71X	0,048	0,989	-1,096+ +1,164X	0,00008 5	0,963	-1,09+ +0,58X	0,00034	0,94	-20,1+ +0,97X
Анолит	0,042	0,794	8,27+ +0,33X	0,047	1	10+ +0,001X	0,0000 00056	0,993	-2,88+ +0,775X	0,0017	0,93	8,513+ +0,274X
Смесь	0,016	0,89	2,79+ +0,809X	0,0185	0,963	0,813+ +1,078X	0,0001 2	0,95	-1,17+ +0,8X	0,00028	0,955	1,39+ +0,61X
<b>Укроп «Геркулес»</b>												
Исходная вода	0,0025	0,864	15,33+ +0,69X	0,0446	0,65	3+0,542 X	0,0007 4	0,94	4,22+ +1,25X	0,0021	0,97	-15,1+ +0,99X
Католит	0,0044	0,9	-12,35+ +0,79X	0,61	0,051	-13,8+ +2,2X	0,0001 6	0,953	-43,4+ +1,68X	0,0032	0,97	-0,72+ +1,1X
Анолит	0,05	0,83	2,67+ +0,73X	0,64	0,05	-4,79+ +1,5X	0,0000 085	0,964	-1,09+ +0,579X	0,0018	0,98	-15,1+ +0,99X
Смесь	0,00075	0,96	3,45+ +0,637X	0,00033	0,951	-9,92+ +1,92X	0,00004 9	0,971	-1,65+ +0,77X	0,0002	0,975	-1,04+ +0,35X

приводящих к повышению проницаемости семенных оболочек, ускоряется поступление воды и кислорода в семена. Усиливается дыхание растения, измеряемое поглощением кислорода сырой тканью за определенный отрезок времени. Кроме того, повышается ферментативная активность, прежде всего гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов. Это обеспечивает более быстрое и полное поступление питательных веществ к зародышу, ускорение темпа клеточного деления и активизацию ростовых процессов в целом.

#### Заключение

Результаты опытов показывают, что для стимулирования всхожести семян и дальнейшего проращивания зеленных культур наиболее эффективна щелочная фракция электроактивированного раствора – католит с рН=7,8...8,2 и ОВП= -350...-530 мВ. Это подтверждают другие исследователи, которые связывают положительную энергетику активированной воды, стимулирующую биологические процессы, с ее обогащением ионами гидроксидов  $OH^-$ , а отрицательную – с избытком протонов  $H^+$  [1, 2, 4]. Кислую фракцию – анолит целесообразно использовать для предпосевного обеззараживания семян или почвы с последующей нейтрализацией католитом.

Особенно эффективно применение электроактивированных растворов для повышения всхожести семян, находящихся в глубоком покое. Регрессионный анализ результатов исследования показал сильную и среднюю связь между параметрами электроактивированных растворов и показателями биологических процессов: длиной корней и проростков у салата и укропа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бахир, В.М. Электрохимическая активация / В.М. Бахир. – М.: ВНИИ мед. техники, 1992. – Ч. 2. – 657 с.
- Использование анолита и католита для проращивания семян / В.И. Филоненко и [др.] // Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве и промышленности: тезисы докл. и крат. сообщения. – М.: ВНИИМТ, 1997. – С. 99-100.
- Оськин, С.В. Применение электроактивированных растворов в сельском хозяйстве / С.В. Оськин, Д.С. Гребцов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2007. – №8. – С. 26.
- Кожокару, А.Ф. Механизм действия электрохимически активированной воды и водных растворов на скорость прорастания семян / А.Ф. Кожокару, А.И. Мирошников // Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине: сб. тезисов. – Москва, 2000. – С. 57.
- Корко, В.С. Технологические основы производства и применения электроактивированных растворов в животноводстве / В.С. Корко // Исследования, результаты: научный журнал Казахского национального аграрного университета, 2012, № 3. – С. 126-132.
- Гельман, В.Я. Решение математических задач средствами Excel / В.Я. Гельман. – СПб.: Питер, 2003. – 240 с.