

бильности повышается с 0,34 до 0,90, а коэффициент антропогенной нагрузки уменьшается с 3,49 до 2,21 балла. Агрландшафт Ключевского района будет экологически стабильным ($K_{эс} = 0,67$), если в составе района не будет пашни совсем. Это потребует существенного изменения соотношения сельскохозяйственных и не сельскохозяйственных угодий. При использовании земель района по 4-й модели с 1 га можно потенциально получать от 14 до 20 тыс. руб. Как бы не были заманчивы экологически сбалансированные агроландшафты, всё же в этой зоне полный отказ от пашни не возможен, поскольку на каштановых почвах сухой Кулунды возделывается высококачественная твёрдая пшеница. Прежде всего придётся создавать экологически устойчивые агроландшафты, включающие в себя оптимальное сочетание различных видов угодий и режимов интенсивности их использования.

Заключение

Современное землепользование в сухой степи Алтайского края малоэффективно, оно требует обработки больших площадей, давая низкую отдачу с каждого гектара угодий. Существующее землепользование в Ключевском районе получается очень затратным и не позволяющим получать высокие урожаи и продуктивность животноводства, очень серьёзно снижая экологическую устойчивость территории района. Предложенные модели землепользования в достаточной степени стабилизируют территорию района, обес-

печивают снижение затрат на обработку, сокращают затраты на воспроизводство плодородия почв, повышают производительность использования земель

Библиографический список

1. Волков С.Н. Землеустройство. Т. 2. Землеустроительное проектирование. Внутрихозяйственное землеустройство / С.Н. Волков. – М.: КолосС, 2001. – 648 с.
2. Лопырев М.И. Защита земель от эрозии и охрана природы / М.И. Лопырев, Е.В. Рябов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 240 с.
3. Методические указания по расчёту органического вещества почвы в Алтайском крае. – Барнаул, 1985. – 14 с.
4. Бивалькевич В.И. Земельный фонд Алтайского края: учебное пособие / В.И. Бивалькевич, Ю.А. Поляков, Т.А. Пудовкина. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2004. – 33 с.
5. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятий АПК: учебник / Г.В. Савицкая. – Минск: Новое знание, 2001. – С. 3-96.
6. Концепция рационального использования земель сельскохозяйственного назначения Алтайского края в современных условиях // Производство продукции сельского хозяйства в Алтайском крае в современных условиях: проблемы и решения: матер. регион. науч.-практ. конф. (4-5 марта 1998 г.). – Барнаул, 1998. – С. 370-421.



УДК 631.811.98

**В.В. Кропоткина,
А.Л. Верещагин**

ВЛИЯНИЕ СВЕРХМАЛЫХ ДОЗ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА *RAPHANUS SATIVUS*

Ключевые слова: сверхмалые дозы, органические кислоты, внекорневая обработка, вегетация, редис, урожайность, качество и безопасность продукции.

Введение

В настоящее время обозначились тенденции экологизации производства про-

дуктов питания, которые востребовали освоение альтернативных систем земледелия с минимально возможным уровнем техногенного загрязнения окружающей среды [1]. К таким методам относится, например, метод органического земледелия, применение бактериальных удобрений и т.д. – т.е. с переходом от чисто химических на биологические методы.

В связи с этим приобретают большое значение изучение и применение низкоэнергетических факторов (физиологически-активные вещества – ФАВ в «сверхмалых» концентрациях, «сверхслабые» физические излучения) для управления живыми организмами и системами. Это особенно важно для повышения адаптации растения и посевов к неблагоприятным условиям выращивания, эффективного использования генетических, почвенно-климатических ресурсов, техногенных факторов и охраны окружающей среды [2].

Основополагающий вклад в эту область внесли труды И.П. Ашмарина, Е.Б. Бурлаковой, И.Ю. Горбатенко по изучению воздействий нано- и фемтоконцентраций биологически активных соединений на семена и вегетирующие растения [3-5].

Ряд бифункциональных карбоновых кислот, прежде всего янтарная кислота, используются в качестве стимуляторов роста растений [6-8]. Обычно они применяются в виде водных растворов с массовой долей 10^{-2} - $10^{-3}\%$.

Исследования, проведенные И.Ю. Горбатенко, показали, что ряд биологически активных соединений (антиоксидант феноксан, аскорбиновая кислота и фузикоцин) обладают стимулирующим действием в сверхмалых дозах (10-20 рМ) (рМ = 10^{-12} моль/л) [5].

Объекты и методы

Объектом исследования явилось отношение растений редиса *Raphanus sativus* L. сорта Жара к водным растворам органических кислот, часть из которых является интермедиатами цикла Кребса.

Посадку редиса проводили в мае: 24 мая в 2006 г., 9 мая 2007 г., 2 мая 2008 г. Для посадки были отобраны здоровые, чистые, сухие, без механических повреждений семена редиса. Площадь опытной делянки – 1 м², глубина посадки – 2 см, схема посадки – 10-15×3 см. Повторность опытов – трехкратная.

Обработка изучаемыми препаратами проводилась в фазу появления первых двух листьев – на десятый день после посева, и при появлении первых двух настоящих листьев – через шесть дней после первой обработки. Расход рабочего раствора – 0,3 л/м².

Во всех испытаниях в качестве эталона выступал раствор янтарной кислоты, контроль – вода.

Урожай был собран через 35 дней от начала эксперимента. Результаты урожайности были обработаны методом дисперсионного анализа [9].

Результаты и их обсуждение

Первоначально был проведен постановочный полевой опыт на редисе *Raphanus sativus* L. с применением индивидуальных органических кислот в качестве стимуляторов роста.

Качество редиса оценивалось по содержанию сухих веществ в лабораторных условиях по стандартным методикам. Определение показателей качества проводилось сразу после уборки урожая.

Данные по урожайности и содержанию сухого вещества редиса в опыте с предпосевной и внекорневой обработкой представлены в таблицах 1, 2.

Анализ таблиц 1, 2 показывает, что наилучшие показатели урожайности редиса были получены при обработке растений растворами малооновой и янтарной кислот. Прибавка урожая для концентрации 10^{-11} М составляет 450 и 330% относительно контроля соответственно.

Растворы малоиноновой и фумаровой кислот с концентрацией 10^{-11} М повышают содержание сухого вещества на 28%.

Основываясь на этих данных, был поставлен трехгодичный полевой опыт с применением смеси кислот – интермедиатов цикла Кребса. Для приготовления базовых растворов № 1-3 использовали 5 кислот – интермедиатов цикла Кребса суммарным количеством 0,1 моль/л. Мольное соотношение компонентов растворов представлено в таблице 3.

Из анализа таблицы 4 следует, что для всех вариантов обработки наблюдается более высокие значения массы корнеплодов как по абсолютной величине, так и относительно контроля. Так, она колеблется в пределах 14,7-16,2 г при обработке растений растворами № 1-3 с мольной долей кислот 10^{-11} М, что выше, чем в контрольном варианте. Однако содержание СВ находится на уровне контроля, причем лучшие результаты были получены в 2006 г. Что касается урожайности, то самые лучшие результаты получены при обработке вегетирующих растений раствором № 3 с концентрацией 10^{-11} М, прибавка урожая составляет 215% по сравнению с контролем. Эти результаты можно связать с повышением жизнестойкости редиса и массы корнеплодов.

Таблица 1

Влияние предпосевной и внекорневой обработки растворами молочной, малоновой, лимонной, янтарной и яблочной кислот на урожайность редиса в 2004 г.

Массовая доля кислоты, моль/л	Массовая доля сухого вещества		Средняя масса корнеплодов		Урожайность	
	абсолютная величина, %	% к контролю	абсолютная величина, г	% к контролю	абсолютная величина, ц/га	% к контролю
Контроль						
	5,9±0,2	100	13,0±0,2	100	34,1±1,7	100
Молочная кислота						
10 ⁻³	6,7±0,3	114	13,4±0,1	103	27,3±1,3	80
10 ⁻⁷	6,3±0,3	107	13,5±0,1	104	25,5±1,3	75
10 ⁻¹¹	7,0±0,4	119	11,3±0,1	87	15,9±0,7	47
10 ⁻¹⁵	6,2±0,3	105	12,3±0,1	95	25,1±1,2	74
Малоновая кислота						
10 ⁻³	6,2±0,3	105	7,5±0,1	57	112,0±5,5	328
10 ⁻⁷	5,3±0,2	90	8,4±0,1	64	116,8±5,6	342
10 ⁻¹¹	5,3±0,2	90	9,3±0,1	72	152,8±7,5	448
10 ⁻¹⁵	6,0±0,3	102	7,7±0,1	59	118,8±5,6	348
Лимонная кислота						
10 ⁻³	7,2±0,4	122	6,4±0,1	49	8,4±0,4	25
10 ⁻⁷	6,2±0,3	105	11,2±0,1	86	12,5±0,5	37
10 ⁻¹¹	6,8±0,3	116	9,9±0,2	76	14,6±0,6	43
10 ⁻¹⁵	6,2±0,3	105	8,1±0,1	62	13,6±0,5	40
Янтарная кислота						
10 ⁻³	5,9±0,2	101	6,9±0,1	53	74,4±3,4	218
10 ⁻⁷	5,7±0,2	97	8,8±0,1	67	108,4±4,1	318
10 ⁻¹¹	5,4±0,2	92	10,0±0,2	77	112,4±4,2	330
10 ⁻¹⁵	4,5±0,1	76	9,9±0,1	76	136,0±5,1	399
Яблочная кислота						
10 ⁻³	6,7±0,3	115	16,40±0,1	126	45,2±2,2	132
10 ⁻⁷	6,4±0,3	109	10,8±0,2	83	28,0±1,4	82
10 ⁻¹¹	6,7±0,3	113	14,9±0,2	115	35,9±1,5	105
10 ⁻¹⁵	5,8±0,2	98	14,1±0,2	108	46,4±2,0	136

Таблица 2

Влияние предпосевной и внекорневой обработки растворами малеиновой, фумаровой и щавелевой кислот на урожайность редиса в 2004 г.

Массовая доля кислоты, моль/л	Массовая доля сухого вещества		Средняя масса корнеплодов		Урожайность	
	абсолютная величина, %	% к контролю	абсолютная величина, г	% к контролю	абсолютная величина, ц/га	% к контролю
Контроль						
	3,9±0,1	100	14,9±0,2	100	38,0±1,6	100
Малеиновая кислота						
10 ⁻³	5,4±0,2	138	18,1±0,2	121	34,8±1,5	92
10 ⁻⁷	5,1±0,2	131	9,7±0,1	65	12,8±0,6	34
10 ⁻¹¹	5,0±0,2	128	14,0±0,2	94	39,2±1,8	103
10 ⁻¹⁵	4,9±0,1	126	14,2±0,2	95	27,9±1,3	73
Фумаровая кислота						
10 ⁻³	5,2±0,2	133	24,1±0,2	162	37,6±1,7	99
10 ⁻⁷	5,1±0,2	131	6,6±0,1	44	10,0±0,5	26
10 ⁻¹¹	5,0±0,2	128	14,7±0,2	99	31,2±1,4	82
10 ⁻¹⁵	4,5±0,1	115	19,7±0,2	132	30,0±1,4	79
Щавелевая кислота						
10 ⁻³	5,0±0,2	128	25,8±0,2	173	45,4±2,3	119
10 ⁻⁷	4,3±0,1	110	25,1±0,2	168	64,3±3,2	169
10 ⁻¹¹	4,6±0,1	118	9,2±0,1	62	13,6±0,7	36
10 ⁻¹⁵	5,2±0,2	133	22,4±0,2	150	49,2±2,4	129

Состав рабочих растворов

Название раствора	Соотношение кислот, моль				
	лимонная кислота	α -кетоглутаровая кислота	янтарная кислота	яблочная кислота	щавелевая кислота
Раствор № 1	1	1	1	1	1
Раствор № 2	5	4	3	2	1
Раствор № 3	1	2	3	4	5

Данные по урожайности и содержанию сухого вещества редиса средние за 3 года представлены в таблице 4.

По влиянию на урожайность использованные стимуляторы роста в концентрации 10^{-11} М можно расположить в ряд (по убыванию) раствор № 3 > ЯК > раствор № 2 > раствор № 1.

Корнеплоды ранних овощей, как правило, характеризуются высоким содержанием нитратов в выращенной продукции, поэтому их концентрация является важным показателем безопасности продукции.

Что касается содержания нитратов, то оно в 2006, 2007 гг. во всех вариантах ниже, чем в контрольном варианте, хотя в 2008 г. содержание нитратов оказалось выше, чем в контрольном варианте. Данные по содержанию нитратов представлены в таблице 5.

Анализ таблицы 5 показывает, что в 2006, 2007 гг. содержание нитратов в ре-

дисе, растения которого обрабатывались раствором № 3 в концентрации 10^{-7} , 10^{-15} М, существенно ниже по отношению к растворам янтарной кислоты тех же концентраций.

Наблюдавшееся увеличение урожайности возможно объяснить наличием конформеров органических кислот с повышенной биологической активностью в сильно разбавленных водных растворах.

Вывод

Таким образом, установлено, что смесь природных органических кислот – лимонной, α -кетоглутаровой, янтарной, яблочной, щавелевой – в соотношении 1:2:3:4:5 обладает наиболее выраженным ростостимулирующим действием, чем смесь этих кислот в соотношении 1:1:1:1:1 или янтарная кислота в диапазоне концентраций 10^{-7} - 10^{-15} моль/л.

Таблица 4

Влияние внекорневой обработки растворами № 1-3 и янтарной кислоты на урожайность редиса в 2006-2008 гг.

Массовая доля кислот, моль/л	Массовая доля сухого вещества		Средняя масса корнеплодов		Урожайность	
	абсолютная величина, %	% к контролю	абсолютная величина, г	% к контролю	абсолютная величина, ц/га	% к контролю
Контроль						
	5,9±0,3	100	10,8±0,1	100	73±3,5	100
Раствор № 1						
10^{-7}	5,1±0,3	86	13,4±0,1	124	119±5,6	163
10^{-11}	5,8±0,2	98	15,7±0,2	145	115±5,4	157
10^{-15}	5,4±0,3	91	14,6±0,1	135	134±6,5	184
Раствор № 2						
10^{-7}	5,9±0,4	100	13,4±0,1	124	116±5,4	159
10^{-11}	5,4±0,3	91	14,7±0,1	136	132±6,4	180
10^{-15}	5,9±0,2	100	13,2±0,1	122	123±6,1	168
Раствор № 3						
10^{-7}	5,7±0,4	97	12,1±0,1	112	105±5,0	144
10^{-11}	5,8±0,2	98	16,2±0,2	150	157±7,8	215
10^{-15}	5,1±0,3	86	17,7±0,2	164	161±8,0	220
Янтарная кислота						
10^{-7}	5,7±0,4	97	12,0±0,1	111	94±4,7	128
10^{-11}	5,6±0,4	95	15,8±0,2	146	139±6,9	190
10^{-15}	5,8±0,2	98	14,9±0,1	138	110±5,5	150

Содержание нитратов в редисе в вариантах с использованием растворов № 1-3 и янтарной кислоты в 2006-2008 гг.

Концентрация раствора, моль/л	Содержание нитратов в редисе, мг/кг обработанного			
	раствор № 1	раствор № 2	раствор № 3	янтарная кислота
2006 г.				
10 ⁻⁷	556±18	569±18	442±25	700±47
10 ⁻¹¹	700±47	442±25	638±54	320±10
10 ⁻¹⁵	442±25	442±25	638±54	804±51
Контроль	881±58			
2007 г.				
10 ⁻⁷	3436±122	4214±175	2665±103	3441±122
10 ⁻¹¹	4201±175	2971±103	2368±94	1953±71
10 ⁻¹⁵	3433±122	2236±94	2363±94	2623±103
Контроль	3508±122			
2008 г.				
10 ⁻⁷	1339±62	1446±61	1756±70	1122±60
10 ⁻¹¹	2398±118	1253±60	1437±61	1674±81
10 ⁻¹⁵	1546±65	1793±70	1700±68	1516±65
Контроль	946±47			

Примечание. ПДК нитратов в редисе 1500-2500 мг/кг.

Библиографический список

1. Яшутин Н.В. Биоземледелие. Научные основы, инновационные технологии и машины: монография / Н.В. Яшутин, А.П. Дробышев, А.И. Хоменко. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 191 с.

2. Ковалев В.М. Эффект «сверхмалых» доз (СМД): теория и практика / В.М. Ковалев, Е.А. Калашникова, Д.В. Белов, А.С. Зачесов. – М.: МСХА, 2001 г. [http:// www.library.timacad.ru](http://www.library.timacad.ru).

3. Ашмарин И.П. К вопросу о развитии проблемы эффективности сверхмалых доз биологически активных соединений / И.П. Ашмарин, Е.Л. Каразеева, Т.В. Лелекова // Российский химический журнал. – Т. 43. – № 5. – С. 21-28.

4. Бурлакова Е.Б. Воздействие химических агентов в сверхмалых дозах на биологические объекты / Е.Б. Бурлакова, А.А. Конрадов, И.В. Худяков // Известия АН СССР. Серия биологическая. – 1990. – № 2. – С. 94-193.

5. Горбатенко И.Ю. Сверхмалые дозы биологически активных веществ и перспективы их использования / И.Ю. Горбатенко // Известия РАН. Серия биологическая. – 1997. – № 1. – С. 107-110.

6. Янтарная кислота в медицине, пищевой промышленности, сельском хозяйстве / науч. ред.: М.Н. Кондрашова и др.; Пром.-фин. компания АО «Внедрение». – Пушкино, 1997. – 300 с.

7. Владимиров В.П. Применение янтарной кислоты увеличивает урожай картофеля / В.П. Владимиров, Р.И. Сафин // Картофель и овощи. – 1997. – № 3. – С. 6.

8. Хреновский Э.И. Влияние физиологически активных веществ на качества вино-материалов из сортов винограда Пино серый и Бастардо магарачский / Э.И. Хреновский, Н.В. Каменева // Виноград и вино России. – 2000. – № 6. – С. 31-32.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.



УДК 632.4А:631.847.21:635.656

О.Н. Космынина

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН РИЗОТОРФИНОМ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГОРОХА К АЛЬТЕРНАРИОЗУ

Ключевые слова: горох, альтернариоз, ризоторфин, клубеньковые бактерии, симбиотические микроорганизмы,

заболевание, грибные болезни, Среднее Поволжье, распространенность, интенсивность.