

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МИКРООРОШЕНИЯ

Т.И.ОРЕЛ, кандидат сельскохозяйственных наук
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Климатические условия Южного берега Крыма благоприятны для выращивания ценных эфиромасличных культур, а дефицит поливной воды заставляет использовать такие рациональные способы орошения сельскохозяйственных культур, как капельное, подпочвенное. Это позволяет постоянно поддерживать необходимому растению порог влажности почвы. Увлажнение почвы создает предпосылки для наиболее эффективного использования удобрений. В свою очередь, удобрения способствуют более продуктивному использованию поливной воды. Совместное действие орошения и удобрений значительно превосходит эффект от их раздельного применения. Применение органических удобрений при орошении не только обеспечивает почву питательными веществами, но и способствует восстановлению ее структуры, повышает ее влагоемкость.

Целью работы было изучить отзывчивость эфиромасличных растений на увлажнение и применение различных сочетаний удобрений.

Объекты и методы исследований

На опытном участке с использованием подпочвенного орошения и удобрений (органических, минеральных и в комплексе) на Южном берегу Крыма (ЮБК) в Никитском ботаническом саду изучались культуры: мята полевая (*Mentha arvensis* L.), монарда дудчатая (*Monarda fistulosa* L.), чабрец бороздчатый (*Thymus striatus* Vahl.) [5]. Удобрения вносились в почву под растения в различных сочетаниях. Использовали стационарную систему внутрипочвенного орошения "ЭЛКО", которая давала возможность поддерживать постоянный режим влажности в корнеобитаемом слое почвы (70-80% НВ). Поливные трубопроводы с смонтированными водовыпусками уложены непосредственно в ряду растений на глубину 15-20 см.

В течение двух лет изучали 4 варианта опыта. Первый вариант: контроль – без внесения удобрений. Второй вариант – органические удобрения – навоз (50 т/га). Третий вариант – комплекс удобрений: навоз+N₁₆P₁₆K₁₆. Четвертый – минеральные удобрения: N₁₆P₁₆K₁₆.

В каждом варианте проводились фенологические исследования, определялись показатели роста (высота куста, масса куста, количество побегов), хозяйственно-ценные признаки, изучались морфологические признаки, развитие вегетативных и репродуктивных органов. Определялась массовая доля эфирного масла в период цветения, рассчитывалась урожайность и сбор эфирного масла с единицы площади, определялся компонентный состав масла вегетативно размноженных культур.

Фенологические наблюдения проводили по методике И.Н.Бейдемана с некоторыми изменениями и дополнениями применительно к культуре. Биометрические измерения, расчет урожая проводили по общепринятым методикам [2]. Массовую долю эфирного масла определяли методом гидродистилляции на аппаратах Клевенджера [4], состав эфирного масла – методом газожидкостной хроматографии на приборе Agilent Technology 6890N с масс-спектрометрическим детектором 5973N. Данные подвергались статистической обработке.

Результаты и обсуждение

Mentha arvensis L. (мята полевая), сорт Южанка. Высота куста мяты при внесении только органических удобрений увеличилась на 30%, в варианте с комплексным применением органических и минеральных удобрений (навоз+N₁₆P₁₆K₁₆) – на 10-20%, в варианте только с минеральными удобрениями – на 15-20%. В первых двух вариантах урожай сырья по сравнению с контролем увеличился в 2 раза, в варианте с минеральными удобрениями прибавка урожая составила 40%. На рост растений мяты большее влияние оказали органические удобрения, причем масса куста увеличивается за счет увеличения количества побегов. Различия между вариантами достоверны (табл. 1).

Таблица 1

Показатели роста *Mentha arvensis* L. при подпочвенном орошении с различными сочетаниями удобрений (n=12)

Сочетание удобрений	Стат. показ.	Высота куста, см	Кол-во побегов, шт.	Масса куста, г
1-й год жизни, 2006 г.				
контроль	X±Sx	63,3±1,20	29,0±1,24	123,2±1,20
	CV, %	4,9		6,7
навоз	X±Sx	75,5±0,80	64,5±1,47	237,3±1,73
	CV, %	3,6		8,0
навоз +N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	X±Sx	76,2±0,63	52,8±1,38	248,0±1,56
	CV, %	3,1		7,5
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	X±Sx	71,3±1,15	41,7±1,60	174,3±2,10
	CV, %	5,6		9,3
2-й год жизни, 2007 г.				
контроль	X±Sx	48,0±1,22	52,2±1,10	188,7±1,25
	CV, %	3,7	5,5	5,6
навоз	X±Sx	64,4±1,12	101,7±1,58	392,5±1,32
	CV, %	3,3	6,3	7,8
навоз +N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	X±Sx	65,3±0,89	94,1±1,36	379,0±1,24
	CV, %	3,2	7,5	6,5
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	X±Sx	68,8±1,11	72,4±1,67	286,0±1,61
	CV, %	4,8	4,9	8,3

X – выборочное среднее значение; Sx – ошибка выборочной средней; CV – коэффициент варьирования, %.

Определение содержания масла показало, что массовая доля его на контроле – 1,65% на сухую массу (в 2007 г. – 1,80%), в варианте с органическими удобрениями – 1,96% (в 2007 г. – 2,57%), навоз+N₁₆P₁₆K₁₆ – 1,92% (в 2007 г. – 1,75%), в варианте с N₁₆P₁₆K₁₆ – 2,5% (в 2007 г. – 2,78%) (табл. 2). В варианте с минеральными удобрениями массовая доля эфирного масла увеличилась на 50%, в остальных вариантах – на 15-20%, т.е. наибольшее влияние на накопление эфирного масла мяты полевой оказали минеральные удобрения. Рассчитывали сбор эфирного масла (кг/га), во всех вариантах с внесением удобрений этот показатель был в 2 раза выше контроля (табл.1), причем значительно он возрос в варианте с добавлением органики за счет увеличения надземной массы кустов.

Таблица 2

Сравнительная характеристика хозяйственно-ценных показателей *Mentha arvensis* L. при использовании удобрений и подпочвенного орошения

Сочетания удобрений	Урожай сырья			Массовая доля эфирного масла, %		Сбор эфирн. масла, кг/га
	г/куст	кг/м ²	ц/га	на сырую массу, %	на сухую массу, %	
1-й год жизни, 2006 г.						
контроль	123,2	0,74	74,0	0,50	1,65	37,0
навоз	237,3	1,42	142,0	0,55	1,96	78,1
H +N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	248,0	1,49	149,0	0,50	1,92	74,5
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	174,3	1,05	104,6	0,65	2,50	68,0
2-й год жизни, 2007 г.						
контроль	188,7	1,13	113,0	0,60	1,80	67,8
навоз	392,5	2,36	236,0	0,87	2,57	141,6
H +N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	379,0	2,27	227,0	0,60	1,75	136,2
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	286,0	1,71	171,0	0,95	2,78	162,5

Определение компонентного состава эфирного масла мяты полевой позволило идентифицировать 21-29 компонентов, основными из которых являются монотерпеновые соединения: карвон (50-70%), лимонен (12-13%), транс-дигидрокарвон (4,5-10%), цис-дигидрокарвон (4-7%), дигидрокарвилацетат (1-4%), содержание остальных компонентов – менее 1% (табл.3). По вариантам опыта наблюдаются значительные изменения в составе эфирного масла по сравнению с контролем. В масле растений, выращенных с добавлением

органических удобрений и в варианте с комплексным применением органических и минеральных удобрений, процентное содержание карвона осталось на том же уровне (63-64%), более чем в 2 раза снизилось содержание лимонена (контроль – 18%, в вариантах соответственно 7 и 8%), удвоилось содержание цис-дигидрокарвона и транс-дигидрокарвона, незначительно снизился процент сесквитерпенов. В варианте с внесением только минеральных удобрений содержание карвона снизилось на 25%, 1,8-цинеола увеличилось в 1,7 раза, а содержание дигидрокарвона и транс-дигидрокарвона осталось на прежнем уровне, почти в 3 раза уменьшилось содержание сесквитерпенов. Выявленные в 1-й год жизни растений изменения компонентного состава масла мяты не подтвердились на 2-й год, по вариантам опыта состав масла был очень близок, колебание в массовой доле компонентов было не более 5%.

Monarda fistulosa L. (монарда дудчатая), сорт Премьера. На рост растений монарды дудчатой значительное влияние оказало внесение органических удобрений. В вариантах с внесением органики и органики в комплексе с минеральными удобрениями растения значительно превышают контроль по таким показателям, как высота куста – на 23-20%, на 2-й год – на 30-25% соответственно, и масса куста – на 60-80%, на 2-й год соответственно на 20-60% (табл. 4). Во 2-й год развития растений прослеживаются те же закономерности роста на разных вариантах внесения удобрений, что и в 1-й год. Причем увеличение урожая происходит в основном при внесении органики за счет увеличения количества побегов.

Массовая доля эфирного масла в фазе массового цветения в варианте с органикой – 2,25% от сухой массы сырья (на 27% выше контроля), в варианте с комплексом удобрений – 2,48% (на 40% выше контроля). На количественный выход эфирного масла больше повлияли минеральные удобрения.

В эфирном масле монарды дудчатой идентифицирован 21 компонент, основными являются тимол (38-79%), γ -терпинен (6-9%), пара-цимен (7-11%), метилкарвакрол (5,5-6%) (табл.6). Имеются некоторые различия в биохимическом составе масла по вариантам опыта. В вариантах с внесением удобрений содержание тимола увеличилось на 10-13%, соответственно снизилась массовая доля пара-цимена, так они находятся в противофазе. Изменения содержания остальных компонентов незначительны.

Таблица 3

Компонентный состав масла *Mentha arvensis* L. при использовании различных сочетаний удобрений, %

Компонент	1-й год жизни, 2006 г.				2-й год жизни, 2007 г.			
	Сочетание удобрений							
	контроль	навоз	H +N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	контроль	навоз	H +N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆
3-гексен-1-ол	0,30	-	-	0,34				
α-пинен	0,68	0,16	0,14	1,15	0,36	0,26	0,45	0,30
β-пинен	1,26	0,30	0,33	1,95	0,83	0,57	0,86	0,64
Сабинен	0,57	0,16	0,19	0,99	0,30	0,24	0,32	0,27
Мирицен	1,69	0,52	0,64	2,68	1,01	0,82	1,03	0,96
Лимонен, 1,8-цинеол	18,07	7,14	7,61	30,69	13,69	12,19	14,24	13,67
Транс-оцимен	0,48	0,12	0,17	0,64	0,17	0,14	0,14	0,14
Цис-оцимен	0,26	-	0,11	0,37	0,26	0,23	0,22	0,22
Дигидрокарвеол	-	-	-	-	8,13	9,93	4,63	7,72
Цис-дигидрокарвон	3,97	6,76	7,06	3,88	0,35	0,31	0,31	0,38
Транс-дигидрокарвон	4,51	9,46	9,85	4,61	5,78	5,44	5,11	5,11
Борнеол	-	0,18	3,33	-	-	-	-	-
Транс-карвеол	0,75	0,22		0,38	0,28	0,34	0,33	0,41
Цис-карвеол	-	-	-	-	0,27	0,26	0,81	0,29
Карвон	64,16	68,63	63,92	49,77	55,36	58,23	56,93	58,51
Карвоноксид	-	-	-	-	0,31	0,28	0,35	0,31
Тимол	-	-	-	-	1,42	0,66	3,08	0,73
Дигидрокарвилацетат	1,06	3,38	3,84	1,04	4,03	3,64	2,84	3,04
α-копаен	-	-	-	-	0,28	0,19	0,27	0,23
β-элемен	-	-	-	-	0,14	0,20	0,18	0,29
β-боурбонен	0,23	0,14	-	-	1,22	0,91	1,10	0,91
Кариофиллен	0,66	0,68	0,81	0,48	2,47	1,86	2,40	2,07
Гермакрен D	0,23	0,18	0,21	-	0,59	0,56	0,61	0,71
δ-кадинен	-	-	-	-	0,13	0,11	0,13	0,13

Таблица 4

Показатели роста *Monarda fistulosa* L. при подпочвенном орошении с различными сочетаниями удобрений (n=12)

Сочетания удобрений	Статист. показатели	Высота куста, см	Количество побегов, шт.	Масса куста, г
1-й год жизни, 2006 г.				
контроль	X±Sx	75,2±0,89	-	78,0±1,64
	CV, %	5,8	-	7,1
навоз	X±Sx	92,6±0,99	18,3±0,99	129,7±1,73
	CV, %	3,4	2,1	8,6
навоз+N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	X±Sx	90,8±0,69	21,0±1,21	145,0±1,85
	CV, %	5,3	1,6	8,6
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	X±Sx	78,1±0,95	19,5±1,23	85,3±2,68
	CV, %	6,4	1,7	9,2
2-й год жизни, 2007 г.				
контроль	X±Sx	52,5±1,22	11,5±1,10	138,0±1,25
	CV, %	2,7	5,6	5,6
навоз	X±Sx	67,7±1,12	15,8±1,58	166,0±1,32
	CV, %	3,9	6,1	6,8
навоз+N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	X±Sx	65,3±0,89	14,3±1,36	230,0±1,24
	CV, %	3,2	8,5	6,8
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	X±Sx	60,8±1,11	12,4±1,67	190,0±1,61
	CV, %	4,7	5,9	8,5

Таблица 5

Сравнительная характеристика хозяйственно-ценных показателей *Monarda fistulosa* L. при применении удобрений (n=12)

Сочетание удобрений	Урожай сырья			Массовая доля эфирного масла, %		Сбор эфирного масла, кг/га
	г/куст	кг/м ²	ц/га	от сырой массы, %	от сухой массы, %	
1-й год жизни, 2006 г.						
контроль	78,0	0,39	39,0	-	-	-
навоз	129,7	0,65	65,0	0,45	1,42	29,3
навоз+N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	145,0	0,73	73,0	0,55	1,98	40,2
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	85,3	0,43	43,0	-	-	-
2-й год жизни, 2007 г.						
контроль	138,0	0,69	69,0	0,70	1,77	48,3
навоз	166,0	0,83	83,0	0,80	2,25	66,4
навоз+N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	230,0	1,15	115,0	0,75	2,48	86,3
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	190,0	0,95	95,0	0,75	2,27	71,3

***Thymus striatus* Vahl.** (чабрец борозчатый). На рост растений чабреца большее влияние оказывают органические удобрения. Высота растений чабреца при внесении органических удобрений и смеси органических и минеральных увеличивается на 20-25%, при внесении только минеральных – на 12%, длина соцветий при внесении органики растет на 40%, комплекса удобрений – на 30%, минеральных – на 14%. Масса куста, а соответственно урожай сырья в первом случае увеличивается в 1,75 раза; оптимальным для получения урожая большего сырья чабреца является комплексное внесение удобрений (табл. 7).

В фазу массового цветения использование разных вариантов удобрений не повлияло на выход масла: массовая доля составляла 0,60% от сырой массы (2,0% от сухой массы). Сбор эфирного масла за счет увеличения массы сырья при внесении органики и комплекса удобрений возрос на 80-100%, при внесении только минеральных удобрений – на 20%. В эфирном масле чабреца борозчатого

идентифицировано 30 компонентов, основными являются тимол (44-52%), цимен (15-19%), γ -терпинен (4,4-4,7%), кариофиллен (5,4-5,9%), линалоол (2,5-3,6%). Наблюдаются некоторые изменения компонентного состава: так, в варианте с внесением органики содержание тимола уменьшилось на 8%, в варианте с внесением минеральных – возросло на 9%, в варианте с комплексным внесением удобрений оно осталось прежним. Изменения в содержании остальных основных компонентов незначительны.

Таблица 6

Компонентный состав масла *Monarda fistulosa* L. при использовании различных сочетаний удобрений, %

Компоненты	1-й год жизни, 2006 г.			2-й год жизни, 2007 г.		
	Сочетание удобрений					
	навоз	навоз+ N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	конт- роль	навоз	навоз+ N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆
α -туйен	0,21	3,62	1,89	0,59	1,45	1,04
α -пинен	0,06	6,02	0,46	0,15	0,35	0,25
Октен-3-ол	1,83	5,36	2,77	2,83	2,90	2,35
Мирцен	0,35	4,31	2,07	1,13	1,97	1,44
Карен	-	0,69	0,18		0,16	0,11
α -терпинен	0,59	6,27	3,86	2,16	3,51	2,63
Лимонен			1,16	0,77	1,05	0,81
Пара-цимен	1,86	14,05	10,75	7,42	8,16	7,05
1,8-цинеол	0,30	2,26				
γ -терпинен	2,08	15,78	7,53	6,44	8,70	7,77
Транс-сабинен	0,26	0,36	0,88	1,23	0,94	0,64
Линалоол			0,79	0,82	0,74	0,75
Борнеол			0,11	0,14	0,11	0,11
Терпинен-4-ол	0,97	0,62	0,57	0,71	0,64	0,77
α -терпинеол	0,43	-	0,07	0,11	0,08	0,09
Метилтимол	3,26	1,33	0,07			0,09
Метилкарвакрол	2,72	3,34	5,42	5,75	5,64	6,23
Тимол	79,10	38,22	55,74	64,16	58,85	62,99
Карвакрол	2,73	1,06	2,24	2,70	2,10	1,90
Кариофиллен	0,46	-	0,59	0,67	0,61	0,81
Гермакрен D	0,70	-	0,84	0,97	0,93	1,05

Таблица 7

Показатели роста *Thymus striatus* Vahl . при подпочвенном орошении с различными сочетаниями удобрений (n=12)

Сочетание удобрений	Высота куста, см	Диаметр куста, см	Кол-во побегов, шт.	Длина соцветий, см	Масса куста, г
контроль	24,2±1,12	35,7±2,32	10,5±1,10	3,6±1,04	169±5,6
навоз	30,6±1,25	43,0±3,12	17,0±1,19	6,0±0,95	296±7,8
навоз+N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	31,5±1,32	34,4±3,22	19,0±1,41	5,0±0,87	347±6,5
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	27,7±1,41	34,3±3,30	14,0±1,28	4,2±0,57	203±7,1

Таблица 8

Сравнительная характеристика хозяйственно-ценных показателей *Thymus striatus* Vahl. при использовании удобрений (n=12)

Сочетание удобрений	Урожай сырья			Массовая доля эфирного масла, %		Сбор эфирного масла, кг/га
	г/куст	кг/м ²	ц/га	от сырой массы, %	от сухой массы, %	
контроль	169	0,85	85,0	0,60	2,00	51,0
навоз	296	1,48	148,0	0,60	2,04	88,8
навоз+N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	347	1,74	174,0	0,60	2,05	104,4
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	203	1,02	102,0	0,60	1,98	61,2

Таблица 9

Компонентный состав эфирного масла *Thymus striatus* Vahl. при использовании различных сочетаний удобрений

Компонент	Сочетания удобрений			
	контроль	навоз	N + N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆
α-туйен	0,43	0,81	0,62	0,61
α-пинен	0,26	0,52	0,42	0,39
камфен	0,29	0,61	0,42	0,45
β-пинен	0,11	0,19	0,16	0,14
1-октен-3-ол	0,59	0,69	0,55	0,51
мирцен	0,71	1,15	1,08	0,91
α-терпинен	0,59	0,95	0,96	0,83
цимен	17,37	19,11	18,21	14,91
лимонен	0,44	0,54	0,54	0,42
1,8-цинеол	1,24	1,33	1,19	0,92
γ-терпинен	4,36	6,06	6,65	5,77
транс-сабиненгидрат	1,35	1,11	0,99	1,14
линалоол	3,61	3,20	3,00	2,47
камфора	1,85	1,97	1,42	1,52
борнеол	2,66	2,61	2,16	2,13
терпинен-4-ол	1,60	1,38	1,35	0,92
α-терпинеол	0,34	0,28	0,28	0,21
метилкарвакрол	2,50	2,08	2,09	1,70
тимол	47,85	43,97	46,25	52,27
карвакрол	2,52	2,35	2,38	2,98
кариофиллен	5,76	5,37	5,90	5,62
гумулен	0,25	0,21	0,24	0,26
гермакрен D	0,68	0,72	0,74	0,86
β-бисаболен	0,30	0,34	0,35	0,46
кариофилленоксид	0,84	0,70	0,54	0,72

Выводы

Изучение влияния различных сочетаний удобрений на рост, развитие и продуктивность эфиромасличных растений позволило выявить следующие закономерности: органические удобрения значительно влияют на увеличение надземной массы растения в основном за счет увеличения количества побегов, а минеральные удобрения оказывают большее влияние на увеличение массовой доли эфирного масла и его качественный состав.

Список литературы

1. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
2. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – М.: Наука, 1974. – 280 с.

3. Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. – М.: Колос, 1972. – 205 с.
4. Методы биохимического исследования растений/ Ермаков А.И. и др. – М.– Л., 1962. – 520 с.
5. Эфиромасличные и пряноароматические растения. Фито-, арома- и ароматотерапия / Либусь О.К., Работягов В.Д., Кутько С.П., Хлыпенко Л.А. – Херсон: Айлант, 2004. – 272 с.

Рекомендовано к печати д.б.н., проф Корженевским В.В.