

Особенности технологии выращивания высококачественного сырья фенхеля обыкновенного в предгорной зоне Крыма

*Е.В. Горбунова, к.с.-х.н.,
АБип ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского*

Фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare* Mill.) – это ценное пряно-ароматическое, лекарственное и эфиромасличное растение. В основном культивируется в Индии, Аргентине, Китае, Японии, Италии. Растения содержат до 6% эфирного масла, дубильные вещества, полисахариды, аминокислоты, белки, флавоноиды, а плоды – до 22% жирного масла [1]. В последние годы в России возникла необходимость развивать производство фенхеля. Кроме того, с каждым годом заметно возрастает потребность в эфирном масле фенхеля и целесообразность его применения, что требует поиска новых и эффективных путей повышения продуктивности растения.

Эфирное масло и экстракты фенхеля используют для ароматизации колбасных изделий, ликёров, чая, сыра, мяса, конфет. Применяют для приготовления солений, приправ, для производства косметики, парфюмерии и в медицине (для ликвидации кишечных газов, симптомов метеоризма, при лечении конъюнктивита, как заживляющее, спазматическое, противовоспалительное и противомикробное средство) [2, 3].

К сожалению, в настоящее время на второе место отошёл агротехнологический комплекс выращивания фенхеля, обеспечивающий повышение урожайности зелёной массы, формирование площади листовой поверхности, улучшение показателей качества сырья и изучение фенологических свойств, зависящих от метеорологических условий и агротехники выращивания в предгорной зоне Республики Крым.

Цель настоящего исследования – разработать основные элементы технологии производства, которые позволят получить высококачественное сырьё фенхеля обыкновенного сорта Мэрцишор, выращенного в предгорной зоне Республики Крым.

Материал и методы исследования. В 2011–2013 гг. в Республике Крым были заложены и проведены полевые опыты выращивания фенхеля обыкновенного на экспериментальном участке Академии биоресурсов и природопользования. Экспериментальный участок расположен в нижнем предгорном агроклиматическом районе, характеризуется мягкой зимой и жарким продолжительным летом. Климат экспериментального участка умеренно-континентальный. Почва участка – чернозём южный мицелярно-карбонатный.

Республика Крым расположена между 42°23' и 46°15' с.ш. и 32°30' и 36°37' в.д., со всех сторон окружена морем: на западе и юге – Чёрное море,

на востоке – Керченский пролив и Азовское море, на западе – залив Сиваш. На Республику Крым воздействует континентальный и средиземноморский климат.

Среднегодовая температура воздуха здесь составляет +10,8°C, среднегодовая температура января +0,2°C и июля +23,1°C. Продолжительность периода без морозов составляет от 200 до 210 дней. Сумма эффективных температур меняется от 3000 до 3200°C. Средняя норма сумма осадков составляет 515 мм, изменяясь в отдельные годы от 250 до 600 мм. Оптимальная влажность воздуха – от 74 до 80% весной, летом она может быть до 20%. В 2013 г. самым жарким месяцем года был август, средняя температура воздуха составляла 23,9°C, а самым холодным – январь, средняя температура – +2,0°C. Максимальное количество осадков отмечалось в июле и составляло 110 мм, в среднем в г. Симферополе выпало 390 мм при норме 515 мм.

Изучали влияние срока посева, фона питания и ширину междурядий на урожайность зелёной массы. Схема исследования включала следующие факторы и их варианты: фактор А – фон питания: без удобрений, N₃₀, N₆₀, N₉₀; фактор В – срок посева: ранний (27 марта), средний (14 апреля), поздний (24 апреля); фактор С – ширина междурядья, см: 15; 30; 45; 60. Опыт был заложен методом расщепления делянок с трёхкратной повторностью. Применяли общепринятую агротехнику выращивания.

В зависимости от агроклиматических условий определяли фенологические фазы и рассчитывали продолжительность межфазных и вегетационных периодов. Изучали содержание массовой доли эфирного масла методами Гинзберга и Клевенджера, его качество – методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Кристалл 2000 М».

Результаты исследования. Фон питания, время посева семян и ширина междурядий играют большую роль в регулировании урожая зелёной массы фенхеля и количества эфирного масла в нём. Урожайность фенхеля изменялась от 17,86 до 29,59 ц/га в зависимости от исследуемых условий. Наименее благоприятные условия наблюдались при позднем посеве на участке без удобрений и шириной междурядий 60 см, максимально благоприятные – при раннем посеве с фоном питания N₆₀ и N₉₀ и шириной междурядий 45 см, когда урожайность составляла 29,59 и 29,31 ц/га соответственно (табл. 1).

Данные таблицы 1 показывают чёткую тенденцию к положительному влиянию азотных удобрений на формирование урожая зелёной массы фенхеля обыкновенного в условиях предгорной зоны Крыма. Средняя урожайность на участках

1. Урожайность зелёной массы фенхеля обыкновенного, ц/га

Удобрение, фактор А	Срок посева, фактор В	Ширина междурядья, см, фактор С				Среднее по факторам	
		15	30	45	60	А	В
Без удобрений	ранний	22,45	24,38	25,59	23,17	21,13	26,52
	средний	19,32	21,24	22,69	20,04		23,74
	поздний	17,98	18,83	20,04	17,86		20,50
N ₃₀	ранний	25,11	26,52	28,45	26,07	22,90	
	средний	21,97	23,66	25,83	22,45		
	поздний	17,87	18,83	20,04	17,96		
N ₆₀	ранний	26,04	27,93	29,59	27,24	25,02	
	средний	23,66	25,59	26,76	24,38		
	поздний	20,52	22,69	24,38	21,48		
N ₉₀	ранний	26,76	27,66	29,31	27,97	25,30	
	средний	23,90	26,07	27,49	24,86		
	поздний	20,32	22,93	24,86	21,48		
Среднее по фактору С		19,98	22,16	23,86	25,42	22,91	
НСР ₀₅ по факторам А – 1,07; В – 2,46; С – 1,22							

2. Календарные сроки наступления фенологических фаз развития растений фенхеля за 2013 г.

Фаза вегетации	Календарный срок		
	ранний посев	средний посев	поздний посев
Всходы			
Начало	10 мая	19 мая	21 мая
Полное	17 мая	25 мая	28 мая
Стеблеобразование			
Начало	2 июня	7 июня	12 июня
Полное	28 июня	4 июля	8 июля
Цветение			
Начало	13 июля	18 июля	26 июля
Полное	18 июля	24 июля	31 июля
Конец	30 июля	31 июля	3 августа
Плодообразование			
Начало	5 августа	5 августа	9 августа
Полное	16 августа	17 августа	21 августа
Созревание			
Начало	25 августа	26 августа	28 августа
Полное	3 сентября	4 сентября	6 сентября
Общая продолжительность вегетации (дн.)	~116	~108	~108



Рис. 1 – Фенхель в фазу стеблеобразования



Рис. 2 – Фенхель в фазу цветения

3. Содержание эфирного масла фенхеля в разные фазы развития растения, %

Фаза	Год			Среднее
	2011	2012	2013	
Бутионизация	0,8	0,9	1,1	0,9
Цветение (начало)	1	1,2	1,3	1,2
Цветение (полное)	2,3	2,7	2,8	2,6
Плодообразование	2,1	2,8	2,9	2,6
Молочная зрелость	3,2	3,5	3,7	3,5
Молочно-восковая зрелость	3,5	3,9	4,0	3,8
Восковая зрелость	2,8	3,2	3,2	3,1
Полная зрелость	2,1	2,9	2,9	2,6
НСР ₀₅ – 1,02				



Рис. 3 – Фенхель в фазу молочно-восковой зрелости плодов

4. Качество эфирного масла фенхеля в различные фазы вегетации, 2013 г.

Компонент	Эфирное масло, % на абсолютно сухую массу				
	фаза развития				
	бутонизация	цветение	молочная зрелость	молочно-восковая зрелость	полная зрелость
γ-терпинен	0,4	1	1,5	0	0,1
Камфен	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Пара-цимен	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2
Линалоол	0,1	0,1	0,1	0,1	1,4
Анисовая кислота	0,4	0,1	0,1	0,1	0
Анисовый альдегид	1,3	0,3	0,1	0,1	0,1
Лимонен	0,2	1	0,7	0,5	0,4
Сабинен	0,2	0,4	0,4	0,6	0,2
β-пинен	0,1	0,9	1	0,7	0,2
1,8-цинеол	1,2	1,3	1,1	0,9	1,4
Метилхавикол	2,5	2,4	2,4	2,8	2,7
β-фелландрен	7,2	1,3	2,4	4,3	1
Фенхон	4,9	2,8	3	4,9	10,1
α-пинен	3,2	9,2	8,2	7,4	6,4
Анетол	67,3	68,1	68,5	69,6	63,9

без удобрений составляла 21,13 ц/га, при фоне питания N_{30} отмечалось её повышение на 1,77 ц/га, или на 8,4%, при фоне питания N_{60} показатель увеличился на 3,89 ц/га, или на 18,4%, при внесении азотных удобрений N_{90} урожайность повысилась на 4,17 ц/га, или на 19,7%. Таким образом, прирост урожайности зелёной массы фенхеля при фоне питания N_{90} по сравнению с N_{60} составил всего 1,1%, поэтому рекомендуем применять азотные удобрения в количестве 60 кг д.в./га. Кроме того, в зависимости от фона питания в Республике Крым можно получить высококачественное сырьё растений фенхеля для его дальнейшей переработки в течение одного вегетационного года.

В 2013 г. фенхель зацвёл в июле, плоды начали созревать в конце августа независимо от срока посева. Определение фаз развития растений фенхеля проводили глазомерно в течение всего вегетационного периода и наблюдали следующие фазы [4].

Фаза всходов связана с появлением над поверхностью почвы семядольных листочков. Начало фазы наступает при появлении всходов не менее 10% растений, полное – не менее 75% всходов от числа посеянных лунок.

Фаза стеблеобразования – это время, когда высота стебля составляет от 2 до 3 см (рис. 1). Начало фазы – не менее 10% растений, полное стеблеобразование – не менее 75% растений.

Фаза цветения – цветущими считаются растения фенхеля, у которых на центральном зонтике цветки раскрыты, начало фазы фиксируется у 10% растений, полное цветение – не менее 75% растений, конец цветения – не больше 10% растений с цветущими зонтиками любого порядка (рис. 2).

Плодообразование у фенхеля определяется увеличением размера плодов. Одновременно с ростом плодов в них наблюдается накопление биологически активных соединений.

Созреванием плодов фенхеля считается, когда плоды становятся слегка буроватого цвета. Начало

фазы – не меньше 10% растений фенхеля имеют зрелые плоды на центральном зонтике, полное созревание – при наличии зрелых плодов не менее чем у 75% растений (рис. 3).

Результаты наблюдений за фенологическими фазами фенхеля обыкновенного, посеянного в разное время, представлены в таблице 2.

В ходе исследования изучали влияние фазы вегетации на качество зелёной массы фенхеля, определяли количество эфирного масла в растениях для установления времени уборки и извлечения наибольшего количества высококачественного эфирного масла. Эфирное масло извлекали из зелёной массы в течение всего периода роста фенхеля (табл. 3).

Из полученных данных видно, что наибольшее содержание эфирного масла наблюдалось в фазу молочно-восковой зрелости (4,0%), наименьшее – в фазу бутонизации (0,9%). Следовательно, время уборки сырья для извлечения масла – это фаза молочно-восковой зрелости плодов, но необходимо, чтобы компонентный состав эфирного масла, характеризующий его качество, соответствовал ГОСТам. В таблице 4 представлены результаты изучения качества эфирного масла фенхеля.

Главным компонентом эфирного масла является анетол, его количество по ГОСТу не должно быть менее 60%. В нашем случае полученное эфирное масло фенхеля подходило под стандарт, но наибольшее его количество наблюдалось у растений в фазу молочно-восковой зрелости (69,6%). Компоненты фенхон, придающий горьковатый вкус, и β-фелландрен, со специфическим запахом и жгучим вкусом дикого фенхеля, не превышали 5,0%, что соответствовало стандарту [5]. Исходя из вышесказанного следует, что наивысшее содержание эфирного масла и высокое качество его наблюдалось в фазу молочно-восковой зрелости плодов на центральном зонтике растения, т.е. этот период можно считать оптимальным временем для сбора плодов фенхеля.

Вывод. Для получения высококачественного сырья фенхеля обыкновенного в предгорной зоне Крыма необходимо сеять растение рано, в третьей декаде марта, с шириной междурядий 45 см, вносить азотные удобрения в количестве 60 кг д.в./га. Уборку зелёной массы рекомендуется проводить в фазу молочно-восковой зрелости плодов, когда они отличаются наибольшим содержанием эфирного масла (3,27%) и накоплением главных его компонентов – анетола (69,6%), фенхона (4,94%) и β-фелландрена (4,27%).

Литература

1. Горбунова Е.В. Обоснование основных элементов технологии комплексной переработки сырья фенхеля обыкновенного (*Foeniculum vulgare* Mill.): дисс. ... канд. с.-х. наук. Симферополь, 2015. 248 с.
2. Гончарова Т.А. Энциклопедия лекарственных растений. М.: Дом МСП, 1997. 824 с.
3. Войткевич С.А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. М.: Пищевая промышленность, 1999. 282 с.
4. Горбунова Е.В. Обоснование использования *Foeniculum vulgare* Mill. для получения целевых продуктов // Научные труды ЮФ НУБиП Украины «КАТУ» (технические науки). Симферополь, 2011. Вып. 138. С. 128–134.
5. Горбунова Е.В. Технологические особенности комплексной переработки целых растений фенхеля обыкновенного // Техника и технология пищевых производств. Кемерово, 2013. № 3. С. 9–15.