

ТЕХНИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ**ПРОДУКТИВНОСТЬ *SALVIA OFFICINALIS* L. (СБОР ЭФИРНОГО МАСЛА)**

В.Д. РАБОТЯГОВ, доктор биологических наук;

С.П. КУТЬКО, кандидат биологических наук;

Т.И. ОРЕЛ, кандидат сельскохозяйственных наук

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.) – одно из древнейших лекарственных растений семейства яснотковые (*Lamiaceae*). Его целебные свойства были известны врачам древности, особенно шалфей ценился в средние века. Родиной его считается Малая Азия, откуда он распространился по Балканскому полуострову и Средиземноморью. Известно много научных работ по агротехнике возделывания шалфея лекарственного [1], но малоизученным остается вопрос его продуктивности как фактора, зависящего от фазы развития растения, возраста, процентного соотношения его вегетативных и репродуктивных органов, климатических и погодных условий.

Нами рассмотрена роль соотношения генетической и экологической изменчивости в выраженности одного признака – продуктивности шалфея лекарственного. Под продуктивностью шалфея лекарственного (как эфирномасличного растения) следует понимать суммарный сбор эфирного масла из листьев, стеблей и соцветий – основных маслосинтезирующих органов шалфея. Прослежена динамика формирования этих органов и особенности накопления эфирного масла в листьях и стеблях по фазам вегетации. Отдельные признаки, в частности урожайность, и факторы окружающей среды могут взаимодействовать, что следует учитывать в ходе процесса селекции на продуктивность.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили на семенном потомстве шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.) сорта Гинецей производственной посадки и на модельных растениях в экспериментах. Опыты заложены на открытых участках, в экологически выровненных условиях на общем агротехническом фоне. Пробы брали с десяти растений в течение вегетационного периода (в период роста побегов, одновременно с биометрическими измерениями). Надземную массу сырья срезали вручную и взвешивали на весах AXIS. A500, листья – на аналитических весах ВЛА-200г-М. Массовую долю эфирного масла в растениях определяли методом гидродистилляции по А.С.Гинзбергу на аппаратах Клевенджера и пересчитывали на абсолютно сухую массу растительного сырья.

Данные подвергались статистической обработке с вычислением среднего арифметического значения, стандартного отклонения, дисперсии, коэффициента вариаций при уровне доверительной вероятности $P > 0,95$. Статистическая обработка полученных результатов проводилась методом корреляционного, регрессионного, многофакторного регрессионного анализов на ЭВМ [3-5].

Результаты исследований

Как показали исследования на ранних этапах онтогенеза, у всех изученных форм растений листья вносят основной вклад в формирование надземной массы. К концу фазы "начало цветения" масса листьев составляет 55,4-79,2% от их массы в фазу "массовое цветение". Количество их составляет 45,3-52,5%, а площадь – 60-75,3% от величины этих показателей на последних этапах вегетации. К началу фазы плодоношения прирост количества листьев, в основном мелких, у исследованных форм варьирует от 15,4 до 60,5%, а их площади от 9,1 до 50,2%, тогда как масса этих органов увеличивается лишь на 11,1-35,1%. Высокопродуктивные формы шалфея лекарственного характеризуются значительным приростом массы листьев (43-58,5%) на поздних этапах вегетации, что приводит к существенному увеличению объема листового аппарата и продолжительности его

функционирования у этих форм.

Важным составным элементом продуктивности надземной массы являются стебли. Основной прирост массы этих органов (79,5-85,5%) приходится на период от фазы "полное отрастание" до "фазы бутонизации". Биотипы, характеризующиеся большим сбором эфирного масла с целого растения, отличаются большим количеством и массой листьев. Как показали исследования, продуктивность растения зависит от массовой доли эфирного масла как в листьях, так и в стеблях. Учитывая вышесказанное, составлено уравнение продуктивности одного растения:

$$Y=0,991+2,090X_1+1,240X_2,$$

где Y – продуктивность одного растения, г/раст.;

X_1 – массовая доля эфирного масла в листьях, %;

X_2 – массовая доля эфирного масла в стеблях, %.

Результаты определения взаимосвязи продуктивности и ее составных признаков показали, что доля влияния эфирного масла в листьях составляет 74,5% от общего удельного веса, а доля влияния стеблей на продуктивность – в три раза меньше и составляет 25,5%.

Таким образом, в результате исследований выявлены следующие особенности в динамике формирования основных маслосинтезирующих органов растений шалфея лекарственного:

а) у менее продуктивных форм основной прирост зеленой массы и площади листовой поверхности приходится на ранний период вегетации, в то время как у более продуктивных генотипов активное формирование листового аппарата продолжается в фазу цветения;

б) на всех этапах онтогенеза высокопродуктивные генотипы отличаются большей массой листьев и наибольшей эффективностью маслообразовательного процесса на 1мм² листовой поверхности.

Исследования показали, что у менее продуктивных генотипов доля эфирного масла, накапливающегося к фазе "полное отрастание", относительно выше, чем у более продуктивных форм.

В период от фазы "полное отрастание" к фазе "массовое цветение" накапливается от 65 до 85% эфирного масла, имеющегося в растении к моменту уборки. На поздних этапах вегетации в формировании сбора эфирного масла принимают участие как листья, стебли, так и соцветия. У высокопродуктивных генотипов в этот период прирост эфирного масла, содержащегося в листьях, составляет 30-40%, тогда как у менее продуктивных форм значительно ниже – 5,4-16,7%. Выявленная особенность в динамике накопления эфирного масла высокопродуктивных форм обусловлена длительностью формирования и функционирования их листового аппарата.

Отличие между контрастными по продуктивности генотипами проявляется и в динамике накопления эфирного масла в стеблях. В период вегетации прирост эфирного масла в стеблях у менее продуктивных форм варьировал от 40 до 60%, тогда как у более продуктивных форм он был ниже и составлял 30-40%. Таким образом, на поздних этапах вегетации в прирост сбора эфирного масла высокопродуктивных форм шалфея лекарственного относительно большой вклад вносят листья, тогда как у менее продуктивных генотипов – стебли и соцветия.

Эти особенности приводят к тому, что в фазу цветения контрастные по продуктивности особи отличаются как по структуре надземной массы, так и по вкладу основных маслообразующих органов в суммарный сбор эфирного масла (табл. 1). У менее продуктивных форм на долю масла, синтезируемого листьями, приходится 34,7-47,4% масла, собираемого с целого растения, а сбор эфирного масла стеблей составляет 52,5-65,7%. У форм, характеризующихся большим уровнем накопления эфирного масла, сбор эфирного масла из листьев выше и варьирует от 60 до 70%, тогда как стебли дают 29-40%.

Таблица 1

Структурные элементы продуктивности шалфея лекарственного

Статистическая характеристика	Массовая доля эфирного масла на сухую навеску, %			Масса листьев, г	Масса стеблей, г	Вес надземной массы, г/куст	Сбор эфирного масла, г/куст
	в надземной массе	в листьях	в стеблях				
Образец 52							
X±S _x	1,83±0,07	2,00±0,10	0,66±0,06	236,3±5,4	137,9±7,4	374,2±5,6	5,97±0,62
min-max	0,93-2,33	0,99-2,92	0,30-0,70	134-340	95-284	231-624	3,35-10,13
V, %	18,85	23,65	13,91	24,94	34,00	25,56	28,41
Образец 53989							
X±S _x	1,65±0,08	1,87±0,12	0,60±0,08	350,2±6,2	150,6±6,4	500,8±9,7	8,65±0,85
min-max	1,06-2,54	1,50-3,50	0,40-0,70	210-410	105-305	315-715	6,50-10,22
V, %	21,65	43,20	23,65	25,6	40,0	27,98	35,2

Для выявления степени влияния основных показателей, определяющих уровень накопления эфирного масла, на продуктивность целого растения, нами был проведен корреляционный анализ изученных морфологических, анатомических и биохимических показателей (табл.2).

Установлено, что в значительной степени ($r=0,90$) сбор эфирного масла с целого растения определяет эффективность синтеза эфирного масла, о величине которой можно судить по его количеству, приходящемуся на 1 мм² листовой поверхности, отношению веса листьев к весу побегов, отражающему уровень накопления массы основных маслосинтезирующих органов и долю их участия в суммарном сборе эфирного масла. Из биохимических показателей наибольшей величиной коэффициента корреляции со сбором эфирного масла целого растения ($r=0,67$) характеризуется массовая доля эфирного масла в надземной массе сырья, а также с содержанием эфирного масла в листе ($r=0,62$), что свидетельствует о влиянии процесса первичного метаболизма на уровень накопления эфирного масла в растении. Из других показателей достоверную величину коэффициента корреляции с продуктивностью эфирного масла имели масса листа ($r=0,77$) и вес надземной массы ($r=0,52$).

Таблица 2

Корреляционные связи между показателями продуктивности шалфея лекарственного

Показатель	Коэффициент корреляции (r)
массовая доля эфирного масла в надземной массе – сбор эфирного масла	0,67
массовая доля эфирного масла в листьях – сбор эфирного масла	0,62
урожайность надземной массы – масса листьев	0,93
урожайность надземной массы – масса стеблей	0,88
масса листьев – сбор эфирного масла	0,77
вес надземной массы – сбор эфирного масла	0,52
массовая доля эфирного масла – индекс лист-стебель	0,94
массовая доля эфирного масла – число железок на 1 мм ² листовой поверхности	0,96
массовая доля эфирного масла – диаметр эфирномасличных железок	0,91

Представленные показатели послужили основой для разработки математической модели продуктивности оптимального сорта шалфея лекарственного, которая имела следующий вид:

$$Y = -3,33 + 2,23X_1 + 0,46X_2 + 0,33X_3 + 0,02X_4 - 0,004X_5$$

где Y – продуктивность (сбор эфирного масла) одного растения, г/раст.;

X_1 – массовая доля эфирного масла в надземной массе, %;

X_2 – массовая доля эфирного масла в листьях, %;

X_3 – массовая доля эфирного масла в стеблях, %;

X_4 – масса листьев, г;

X_5 – масса стеблей, г.

При создании рассматриваемой модели были учтены и использованы [3] основные принципы построения моделей подобного типа для других культур: лаванда, чабрец, змееголовник. Для расчета прогнозируемой величины продуктивности эфирного масла модельного растения использованы показатели, характеризующие признаки у реально существующих растений шалфея лекарственного.

Кроме того, нами были определены с помощью дисперсионного анализа взаимосвязи продуктивности и ее составных признаков и доля влияния каждого признака при совокупном их взаимодействии. Анализ результатов показал (табл. 3), что наибольшую силу влияния на продуктивность оказывает масса листьев (50,7%), несколько ниже – массовая доля эфирного масла в надземной массе сырья (29,7%) и массовая доля эфирного масла в листьях (18,4%). Остальные параметры оказывают незначительное влияние.

Таблица 3

Результаты определения взаимосвязи продуктивности и ее составных признаков

Порядок переменной X_i	Коэффициент регрессии B_i	t-критерий для B_i	Уровень значимости p	Показатель удельного веса влияния, %
	-3,332	-4,082	0,0009	
X_1	2,229	4,822	0,0002	29,72
X_2	0,455	1,948	0,0703	18,41
X_3	0,333	0,938	0,3631	3,43
X_4	0,022	8,384	0,0000	50,72
X_5	-0,004	-1,042	0,3141	7,85

Таким образом, приводимые структурные элементы продуктивности шалфея лекарственного характеризуют морфологические и биохимические особенности модельного растения для прогнозирования продуктивности, что может быть использовано в селекционных работах по этой культуре.

Список литературы

1. Кутько С.П., Работягов В.Д., Орел Т.И., Федорчук М.И. Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.). Биология, биохимия и технология возделывания в условиях Предгорной зоны Крыма. – Ялта, 2004. – 36 с.
2. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений. – М.: Колос, 1984. – 346 с.
3. Афифи А, Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. – М.: Мир, 1982. – 448 с.
4. Зайцев Г.Н. Методы биометрических расчетов. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
5. Маркова В.В., Адлер Ю.П., Грановский В.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений. – М.: Наука, 1971. – 152 с.

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