УДК 633.88:631.52:58.087

Особенности морфотипического отбора в популяциях *Serratula coronata* L. культивируемых в условиях Московского региона

Ханумиди Е.И., Коротких И.Н.

Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений

Аннотация

В статье представлены данные по межпопуляционной и внутривидовой изменчивости, возрастным показателям и морфотипическому составу культивируемых популяций серпухи венценосной (*Serratula coronata* L.) разного географического происхождения. Установлен возрастной период, в течение которого следует проводить морфотипический отбор: 3–5 г.ж., т.к. морфотип полностью формируется к 3-му г.ж. Установлено, что растения в культивируемых популяциях серпухи представлены 2-3 морфотипами по признакам высоты и облиственности генеративного побега, длины стеблевых листьев и массы побега. При отборе наибольшую ценность представляют морфотипы высокорослые с листьями средней длины (их ~60-70 % в каждой популяции), но среди них следует отбирать морфотипы со средней облиственностью (их только ~41-51 % в каждой популяции, лишь в Сыктывкарской популяции – до 69 %). Результаты исследования актуальны в аспекте создания улучшенного, исходного и селекционного материала серпухи венценосной.

Ключевые слова: ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ, СЕРПУХА ВЕНЦЕНОСНАЯ, ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ, МОРФОТИП, ПОПУЛЯЦИЯ, ПРОДУКТИВНОСТЬ, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ, ОТБОР

Введение

Серпуха венценосная (*Serratula coronata* L.) – многолетнее травянистое поликарпическое растение семейства *Asteraceae* высотой 35–150 (до 220) см с мощным, деревянистым, горизонтальным корневищем. Стебли угловатые, бороздчатые, в верхней части ветвистые. Листья зеленые или красноватые, голые, непарноперисто-рассеченные и

перисто-раздельные, со сливающимися у основания долями в числе 3-8 пар, продолговатые или эллиптические, 10-40 см длины и до 12 см ширины, по краю крупнозубчатые. Доли листьев пильчато-зубчатые и мелко-шиповидно-реснитчатые, с наибольшей конечной долей. Нижние листья черешковые, стеблевые – сидячие и более мелкие, яйцевидно-продолговатые или ланцетовидные. Корзинки расположены на верхушках стеблей и их боковых ветвей, скучены, образуя сложное щитковидное соцветие. Обертки 1,5-2,5 см длины и 1-1,8 см ширины, яйцевидные или продолговато-яйцевидные, опушены короткими прижатыми волосками, бурые или рыжевато-войлочные. Цветки лилово-пурпурные. Цветки диска в центральной части соцветия обоеполые; венчик лиловой окраски. Плоды серпухи венценосной (далее «семена») – семянки 4-5 мм длины и около 1,5 мм ширины, продолговатые, гладкие, тонкоборозчатые, буроватые, с хохолком длиной 8-10 мм [1]. Цветет в июне – начале июля, плоды созревают в III декаде июля – начале августа. Серпуха венценосная является источником фармакологически перспективного и промышленно значимого сырья для выделения адаптогенов из класса фитоэкдистероидов [2]. Интерес к фитоэкдистероидам (далее - ФЭС) в последние 20 лет обусловлен тем, что в отличие от синтетических препаратов природные адаптогены имеют свои преимущества: малая токсичность, широта терапевтического действия, отсутствие фазы отрицательного последействия и привыкания вследствие длительного применения [3]. Серпуху венценосную вводят в культуру в качестве кормового и лекарственного растения в течение последних 20 лет в России, Венгрии, Корее, Казахстане и на Украине. Серпуха в России уже более 20-ти лет возделывается Научно-производственным предприятием КХ «БИО» в Архангельской области [4]. В Республике Коми Институт Биологии УрО РАН более 25 лет назад начал изучение действующих веществ серпухи, методов их выделения и исследование фармацевтической активности ФЭС. Были созданы опытные плантации серпухи, сорта кормового направления (Усть-Сысольская и Памяти Журавского), разработана методика оценки сортов и агротехнология закладки плантаций посевным и посадочным материалом [5, 6].

В ВИЛАР (Московская обл.) серпуха венценосная культивируется уже более 15-ти лет. На этапе, предшествующем созданию и оценке исходного материала, в трех культивируемых популяциях серпухи венценосной разного географического

происхождения (Самарской, Белгородской, Сыктывкарской из Респ. Коми) необходимо было установить морфотипический состав популяций по морфологическим признакам и признакам сырьевой продуктивности и в дальнейшем провести групповой отбор наиболее продуктивных морфотипов в каждой возделываемой популяции, изменив соотношение численности продуктивных и непродуктивных морфотипов.

В пределах наследственного разнообразия, сложившегося в природе и обычно усиливающегося в условиях культуры с первых же лет возделывания, любое культурное растение разбивается на множество наследственных форм [7]. Улучшение или изменение показателей продуктивности возможно с использованием потенциала естественной внутривидовой изменчивости [8, 9]. У перекрестно опыляющихся видов совокупность морфологически и генетически различающихся особей представляет собой совокупность не просто отдельных растений, а совокупность биотипов (*син.* морфотипов) – высокооднородных групп растений с разной степенью выраженности признаков в разном их сочетании и с определенной численностью в составе популяции, вида, сорта [7, 10]. Ранее морфотипический анализ был использован в селекционной практике ВИЛАР при создании исходного материала однолетней лекарственной культуры амми большой (*Ammi majus* L.) и селекционного материала двулетней культуры – наперстянки шерстистой *Digitalis lanata* Ehrh. [11, 12]. В статье рассматривается возможность и особенности применения морфотипического анализа в селекции серпухи венценосной на этапе создания и оценки исходного материала.

Цель исследования: сравнительная оценка культивируемых популяций *S. coronata* по морфотипическому составу, обоснование возрастного периода для проведения отбора исходных форм для селекции.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились в 2013-2017 гг. в ФГБНУ ВИЛАР (Московский регион). Почвы многолетнего севооборота дерново-подзолистые, среднесуглинистые. Полевые опыты заложены по черному пару, по схеме 20 × 60 см рассадным способом из изолированных семян трех возделываемых популяций разного географического происхождения (Самарской, Белгородской, Сыктывкарской из Респ. Коми). Площадь делянки 6,4 м² в 4-кратной повторности на каждом году жизни в каждой популяции.

Биометрические учеты проводили с использованием стандартных методик [13, 14]. Нами исследованы молодые (2 г.ж.) и средневозрастные генеративные растения (3-6 г.ж.). Анализ морфотипического состава популяций проведен по данным первичных биометрических учетов по морфологическим признакам (высота генеративных побегов, число побегов, длина стеблевых листьев) и учетов продуктивности сырья (по признакам «сырая масса побега», «облиственность побега»). Облиственность побегов (числовой коэффициент облиственности i) определяли как отношение числа листьев к длине облиственной части побега. Объем выборки данных в каждой популяции по морфологическим признакам 100-120, а по признакам продуктивности 25-55 растений, или учетных единиц органа растения. Из комментариев к методике оценки сортов по однородности, отличимости, стабильности (далее – методика ООС), разработанной в НЦ Ин-т Биологии УрО РАН Респ. Коми, были взяты ступени выраженности признаков в натуральных единицах измерения [6]. Дополнительно по признакам «облиственность побега» и «сырая масса побега» ступени выраженности признаков приняты на основе фактических данных учетов продуктивности сырья в 2013-2017 гг. В таблицу Excel внесено фактическое число растений (или учетных единиц органа растения), подсчитана сумма учетных растений (или учетных единиц органа растения) по каждой ступени выраженности признака, также рассчитана представленность растений по каждой ступени исследуемых признаков (в процентах). Для морфологических признаков и признака «облиственность побега» группировка морфотипов сделана отдельно по 2-му году жизни и для 3-6 г.ж., на основании выявленной исследованиями *S. coronata* возрастной динамики накопления сырьевой массы [15]. По признакам продуктивности морфотипы сгруппированы по данным учета 3-6 г.ж. Группировка морфотипов проведена по ступеням выраженности каждого из исследуемых признаков в каждой популяции, в пересчете на объем выборки $N=100$ для сопоставимости данных по популяциям. Статистическая обработка результатов проводилась по методике Б.А. Доспехова с использованием программного обеспечения Word Excel [16].

Результаты и обсуждение

Межпопуляционные различия показателей по количественным признакам сохраняются даже после длительного периода акклиматизации популяций разного

географического происхождения в условиях культуры в Московской области: более 11 лет произрастания культивируемых популяций в непосредственной близости в пределах одного опытного севооборота в сходных почвенно-климатических условиях и при стандартной агротехнике возделывания. Логично предположить, что устойчивость комплекса основных морфологических признаков обусловлена генетически, и это является основанием для проведения морфотипического отбора по фенотипу с целью повышения продуктивности культивируемых популяций и создания исходного материала для селекции.

Серпуха венценосная характеризуется разной степенью изменчивости по морфологическим и хозяйственным признакам. Большинство признаков имели средний уровень вариации ($CV\% = 11...20$): высота, длина и ширина листьев, облиственность (i), сырая масса побега, число генеративных побегов [17]. Средний уровень вариации по данным признакам с большой вероятностью указывает на их наследуемость и возможность проведения отбора генотипа по фенотипу. Именно по этим признакам был проанализирован морфотипический состав популяций (табл. 1).

Морфотип растений серпухи окончательно формируется к 3-му г.ж., потому что распределение морфотипов на 2-м году жизни совершенно иное, что согласуется с данными, полученными при оценке сырьевой продуктивности [15].

По признакам «*высота растения*» и «*длина листьев*» во всех популяциях на 3-6 г.ж. выявлены по 2 группы морфотипов: растения средней высоты с короткими листьями (~30-40 %) и высокорослые растения с листьями средней длины (~60-70 %). На втором году жизни по признаку «*высота растения*» в каждой популяции выделяются три группы морфотипов: низкорослые и средней высоты морфотипы составляют от 30 до 43 %, высокорослые морфотипы составляют 14-27 % растений в популяции. Это согласуется с данными исследования динамики роста, по которым растения серпухи второго года жизни на 30% ниже растений 3-6 г.ж. [15].

По признаку «*длина листьев*» на втором году жизни морфотипы по численности равномерно распределяются в двух группах: растения с короткими листьями и листьями средней длины. По признаку «*число побегов*» во всех популяциях преобладают морфотипы с большим числом побегов, также начиная с 3-го г.ж. Но среди растений второго года жизни в каждой из популяций встречается от 16 до 28 % еще не вполне

развившихся растений с малым числом побегов.

Таблица 1. Распределение морфотипов в культивируемых популяциях *Serratula coronata* L. по морфологическим признакам и массе побега растений 3-6 г.ж., Опытное поле ФГБНУ ВИЛАР, 2014-2017 гг., %

Признак	Популяция	Распределение морфотипов по ступеням выраженности признаков (в пересчете на выборку N=100)		
		Миним.	Средн.	Максим.
Высота генеративного побега, см	Ступени выраженности признака	Менее 110	110-130	Более 130
	Сыктывкарская	1,2	31,8	67,0
	Самарская	2,2	20,8	77,0
	Белгородская	0	14,3	85,7
Длина листа, см	Ступени выраженности признака	Менее 20	20-30	Более 30
	Сыктывкарская	38,3	59,0	2,8
	Самарская	31,3	67,0	1,6
	Белгородская	41,6	56,8	1,6
Число генеративных побегов, шт.	Ступени выраженности признака	Менее 3	3-6	Более 6
	Сыктывкарская	0	1,4	98,6
	Самарская	0	0	100,0
	Белгородская	0	1,4	98,6
Облиственность побега (i)	Ступени выраженности признака	Менее 0,15	0,15-0,25	Более 0,25
	Сыктывкарская	29,0	69,0	2,0
	Самарская	58,0	41,0	1,0
	Белгородская	48,0	51,0	1,0
Сырая масса побега, г	Ступени выраженности признака	Менее 50	51-90	Более 90
	Сыктывкарская	22,0	45,0	33,0
	Самарская	16,0	49,0	35,0
	Белгородская	23,0	53,0	24,0

Выявление корреляционных зависимостей морфологических и хозяйственно-полезных признаков дает возможность целенаправленного отбора наиболее продуктивных морфотипов. У серпухи венценосной урожай сырья надземной массы в средней степени зависит от высоты растения, длины листьев, числа побегов и облиственности побегов ($r=0,59...0,66$) [18]. В случае возделывания серпухи с целью получения лекарственного растительного сырья необходимо принимать во внимание не только продуктивность сырья, но и содержание целевого продукта в сырье – фитоэкдистероидов (экдистерона 20E). Основанием для отбора именно высокопродуктивных по массе морфотипов является средняя положительная корреляция качества сырья (по содержанию биологически

активных веществ) и урожайности сырья ($r=0,52$). Т.е. морфотипы с высокой урожайностью надземной массы будут также обладать наибольшим содержанием экидистерона [15]. Положительный характер корреляции в этой паре признаков позволяет вести одновременный, а не раздельный отбор морфотипов в направлении повышения урожайности сырья и качества сырья.

По признаку «сырая масса побега» установлено по 3 группы морфотипов в каждой культивируемой популяции. Морфотипы со средней массой побега (51-90 г) составляют 45-53 % всех растений в выборке; морфотипы с минимальной массой – 16-23 %, а с максимальной массой побега – 24-33 %. При проведении массового отбора следует отбирать для размножения морфотипы со средней или большой массой побега, чтобы изменить соотношение морфотипов в популяции в сторону более продуктивных морфотипов. Визуальным признаком, связанным с массой побега, является облиственность побега (рис. 1, 2).

Рис. 1. Визуальная оценка побегов растений серпухи венценосной 2 г.ж. по признаку «облиственность побега»

Примечания: 1 – высокая облиственность; 2 – средняя облиственность

Исследование корреляции количественных признаков у *S. coronata* показало, что сырьевая масса побега зависит в основном от количества стеблевых листьев

($r=0,52...0,60$), так как зависимость от других рассмотренных признаков (толщина побега, ширина и длина листьев, число цветков) имела низкий уровень значимости ($r=0,11...0,15$). Сырьевая масса побега также слабо зависит от облиственности, определенной весовым методом ($r=0,18$), в связи с тем, что большую долю (а именно – 46-49%) в общей массе сырья имеет фракция стеблей [15].

Рис. 2. Визуальная оценка побегов растений серпухи венценой 5 г.ж. по признаку «облиственность побега»

Примечания: 1 – высокая облиственность; 2 – средняя облиственность

В существующей методике ООС при установлении ступеней выраженности признака «облиственность побега» со значениями коэффициента облиственности i – менее 0,3, от 0,3 до 0,5 и более 0,5 – авторы, вероятно, учитывали признаки только местной (Сыктывкарской) популяции [6]. Данные биометрических наблюдений в Московском регионе выявили только растения с показателями i до 3,0. Поэтому в соответствие с имеющимися фактическими данными учетов облиственности побегов в 2013-2017 гг. по трем популяциям разного географического происхождения, нами были приняты ступени признака в соответствие со значениями коэффициента облиственности i – менее 0,15, от 0,15 до 0,25, и более 0,25. Действительно, полученные нами результаты распределения морфотипов по этому признаку подтвердили, что в Сыктывкарской популяции на 69 % преобладают морфотипы со средней облиственностью побега. По

признаку «облиственность побега» во всех популяциях на 3-6-м году жизни выделяются 2 группы морфотипов: с малооблиственными побегами (i менее 0,15) 48-58 % в Самарской и Белгородской популяциях и 29 % в Сыктывкарской популяции. Морфотипов со средней облиственностью побега (i от 0,15 до 0,25) 41-51 % в Самарской и Белгородской популяциях. На 2-м г.ж. в Сыктывкарской и Белгородской популяциях на 80-87 % преобладают морфотипы со средней облиственностью, а в Самарской популяции число таких морфотипов приближается к 100 % (рис. 1). Начиная с 3-го г.ж. следует визуально отбирать растения со средней облиственностью побега (не менее 12-14 листьев) – см. рис. 2. Таким образом, провести морфотипический отбор можно визуально, оценивая отбираемые продуктивные и непродуктивные растения по всем рассмотренным признакам. Непосредственно оценивают число побегов, а массу побегов оценивают опосредованно – по высоте побегов, длине листьев, числу и расположению листьев (облиственность) – см. рис. 3.

Рис. 3. Визуальная оценка растений серпухи венценосной 3 г.ж. по комплексу признаков

Примечания: 1 – непродуктивное растение (малое число генеративных побегов, низкая облиственность побегов); 2 – продуктивное растение (большое число побегов; высокая облиственность побегов)

Из качественных признаков при отборе рекомендуем обратить внимание на наличие (или отсутствие) антоциановой окраски стебля и стеблевых листьев. У растений Сыктывкарской популяции отмечена антоциановая окраска стебля и листьев, в популяции из Белгорода выраженная антоциановая окраска встречается у более чем половины растений.

Заключение

Впервые морфотипический анализ популяций проведен для многолетней культуры (серпухи венценосной). Установлен возрастной период, в течение которого следует проводить морфотипический отбор: 3-5 г.ж., т.к. морфотип полностью формируется к 3-му г.ж. Апробировано использование методики ООС для проведения морфотипического отбора (группировка морфотипов по ступеням выраженности признаков). Установлено, что растения в культивируемых популяциях серпухи венценосной представлены 2-3 морфотипами по признакам высоты и облиственности генеративного побега, длины стеблевых листьев и массы побега. По признаку «число побегов» во всех популяциях преобладают морфотипы с большим числом побегов. При отборе наибольшую ценность представляют морфотипы высокорослые с листьями средней длины (их ~60-70 % в каждой популяции), но среди них следует отбирать морфотипы со средней облиственностью (их только ~41-51 % в каждой популяции, лишь в Сыктывкарской популяции – до 69 %). Морфотипический анализ и отбор морфотипов описанным способом может быть использован для создания улучшенного, исходного и селекционного материала серпухи венценосной и других лекарственных культур.

Действительно, в дальнейшем при создании улучшенного опытного материала серпухи (в 2016-2018 гг.) было показано, что в результате суммирования высоких показателей по комплексу отдельных признаков, показатель продуктивности сырья может быть повышен на 25-27 %, а выход конечного продукта (ФЭС) – до 50 % [15].

Список использованных источников

1. Атлас лекарственных растений России: монография; изд. 2-е перераб. и дополн. / Г.В. Адамов, Д.Н. Анели, М.С. Антоненко [и др.] под общ. ред. Н.И. Сидельникова. – М.: Наука, 2021. – 646 с.

2. Ханумиди Е.И. Биологически активные вещества серпухи венценосной (*Serratula coronata* L.), их использование и применение в медицине (обзор) // Вопросы биологической медицинской и фармацевтической химии. – 2017. – № 7. – С. 3–7.
3. Panossian A.G. Adaptogens: Tonic Herbs for Fatigue and Stress // Alternative & Complementary Therapies. – 2003. – №9 (6). – P. 327–331.
4. Тимофеев Н.П. Продуктивность промышленных плантаций лекарственных растений *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin и *Serratula coronata* L. на европейском Севере России // В сб. науч. тр.: Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. – М., 2005. – Вып. 12. – С. 188–211.
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорты растений (официальное издание). – [Электронный ресурс]. – Москва: ФГБНУ «Росинфорагротех», 2021. – 719 с. – URL: <https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2021/04/Итоговый-реестр-2021.pdf>
6. Методика испытаний на однородность, отличимость, стабильность серпухи венценосной // Официальный бюллетень ФГБУ «Госсорткомиссия». – № 2 (192). – 2014. – С. 161–165.
7. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Избранные сочинения. – М.: Колос, 1966. – С. 57–101.
8. Основы сортоводно-семенного дела по лекарственным культурам: Труды ВИЛАР. / Под ред. д. с.-х. наук Н.Д.Матвеева. – М.: ВИЛАР, 1959. – Вып. 12. – С. 17–20.
9. Pank F. Adaptation of medicinal and aromatic plants to contemporary quality and technological demands by breeding: aims, methods and trends // Review Brazilian Plant Medical, Botucatu. – 2006. – Vol. 8. – P. 39–42.
10. Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений / отв. ред. В.К. Шумный // Российская Акад. сельскохоз. наук, Сиб. Отд.-ние, Сиб. НИИ растениеводства и селекции; Том. гос. ун-т; Биол. ин-т. – Изд. 2-е перераб. и доп. – Новосибирск: Гео, 2009. – 429 с.
11. Сольнученко И.Е. Биологические основы селекции и семеноводства амми большой: автореферат дис. ... канд. биол. наук: 06.01.06. – М. - 2005. – 153 с.
12. Коротких И.Н. Создание и исследование селекционного материала наперстянки шерстистой (*Digitalis lanata* Ehrh.) в условиях Нечерноземной зоны РФ: автореферат дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.06. – М. - 2016. – 141 с.
13. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
14. Лакин Г.Ф. Биометрия: уч. пособие для биологических спец. вузов. – 4 изд., перераб. и дополн. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
15. Ханумиди Е.И. Биологическая и хозяйственная продуктивность серпухи венценосной (*Serratula coronata* L.) в условиях Нечерноземной зоны РФ: автореферат дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.06. – М. - 2018. – 165 с.

16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

17. Ханумиди Е.И., Коротких И.Н. Фенотипическая изменчивость *Serratula coronata* L. в условиях культуры в Нечерноземной зоне России // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2018. – № 55 (1). – С. 134-139.

18. Ханумиди Е.И., Коротких И.Н. Корреляционные зависимости хозяйственно-ценных признаков у серпухи венценосной (*Serratula coronata* L.) // Вестник КрасГАУ. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. – 2018. – №3 (138). – С. 25-29.

=====

Цитирование:

Ханумиди Е.И., Коротких И.Н. Особенности морфотипического отбора в популяциях *Serratula coronata* L. культивируемых в условиях Московского региона [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/6/st_610.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20216610>.