

Эколого-биохимические аспекты продуктивности календулы лекарственной в Новосибирске

Л. Л. ЕРЕМЕНКО, В. Г. МИНАЕВА

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090 Новосибирск, ул. Золото долинская, 101

АННОТАЦИЯ

Календула лекарственная (или ноготки) *Calendula officinalis* L. интродуцирована в ЦСБС СО РАН в 1960 г. Изучается с 1980 г. в группе семеноведения и репродукции интродуцентов. В статье приведены экспериментальные данные 1980–1985 гг.: биологические особенности цветения и плодоношения на побегах разных порядков в течение вегетационного периода. Обоснована возможность совмещенной культуры календулы для выращивания лекарственного сырья и семеноводства. Описаны посевные качества и продуктивные свойства семян из гетероморфных плодов. Впервые получены данные по содержанию флавонолов в соцветиях в зависимости от экологических факторов: метеорологических условий периода вегетации, посева семенами разной степени зрелости, сроков сбора лекарственного сырья. Рассматриваются первые результаты и перспективы использования компьютерного метода анализа: корреляций параметров гидротермического режима с семенной и сырьевой продуктивностью календулы.

Календула лекарственная (или ноготки) – *Calendula officinalis* L. давно используется в народной медицине и разрешена к применению в научной медицине [1]. С 1960 г. интродуцирована в Новосибирск, ежегодно цветет и хорошо плодоносит. Урожайность сырья календулы в среднем по стране не превышает 400–500 кг/га [2], на Украине 1000–1800 кг/га [3]. По нашим данным, в Новосибирске при посеве в мае и густоте стояния растений 14–15 шт./м² урожай воздушно-сухих соцветий – до 1500 кг/га, а при выращивании на семена – 1100–1600 кг/га [4].

Сортопопуляция календулы лекарственной Оранжевая полумахровая изучалась в Новосибирске с 1980 г. в биологическом и семеноводческом аспектах с учетом качества лекарственного сырья. Исследованы биологические особенности растений, а также количество и качество лекарственного сырья (сухих соцветий) и семян, их продуктивные свойства – урожайность сырья и семян с растений-потомков. Наблюдения проводились с учетом экологических

факторов: различных метеорологических условий во время вегетации и местоположения соцветий на растении.

Календула, посеянная в мае, ветвится до побегов V–VI порядков, зацветает во второй декаде июля и цветет до конца вегетации. На побегах разных порядков в течение июля–сентября на растении календулы имеются распустившиеся цветки, которые являются лекарственным сырьем и основой для формирования урожая семян. Это позволяет сочетать сырьевую культуру с семеноводческой, проводя сборы полностью цветущих соцветий в разные сроки с определенной части растения, оставляя на семена корзинки на побегах разных порядков.

Соцветия-корзинки календулы крупные (4–5 см в диаметре), состоят из язычковых и трубчатых цветков со специфическим запахом. Плоды – семянки, варьирующие по форме в зависимости от расположения в корзинке: наружные – **когтевидные**, следующие далее – **ладьевидные**, внутренние – **кольцевидные**. В корзинке календулы, как отмечают Р. Е. Левина и

В. Ф. Войтенко [5], несомненно действуют морфогенетические корреляции – возникает "классическая" гетерокарпия в результате взаимодействия генотипа и механики развития.

Посев семенами исходной популяции календулы Оранжевая проведен в 1980 г. Выращенные плоды разобраны на три морфологических типа: когтевидные (I), ладьевидные (II) и кольцевидные (III), а также учитывалось их местоположение на растении – на побегах I–IV порядков. Определяли посевные качества семян, их полевую всхожесть и продуктивные свойства. У потомков учитывали фенологические фазы, продолжительность межфазных периодов, продуктивность (сухая фитомасса соцветий и семян) и количество флавонолов в соцветиях, являющихся лекарственным сырьем. Повторные опыты по изучению качества и продуктивности семян из плодов разных морфологических типов были проведены в 1984 и 1985 гг.

Установлено, что посевные качества семян из плодов разных морфотипов не имеют, как правило, существенных различий. Только кольцевидные семянки достоверно мельче ладьевидных и когтевидных, но зародыши в семенах всех трех типов существенно не различаются. По лабораторной и полевой всхожести семена из когтевидных плодов уступали двум другим типам, а ладьевидные и кольцевидные имели близкие показатели.

Анализ семян урожая 1983 г. в трехфакторном комплексе (А – исходный тип плодов, В – тип данного года, В – порядок побега, с которо-

го взяты плоды) показал, что наиболее существенное значение в прорастании семян имеет тип высеваемых плодов, затем – их происхождение от морфотипа предыдущего урожая и еще меньше – порядок побега. Продуктивные свойства семян из плодов разных морфотипов при посеве в 1982 г. не имели больших различий. Фенологические фазы проходили практически одинаково.

Качество лекарственного сырья календулы в значительной мере определяется содержанием флавоноидов. Анализы сухих соцветий проведены у собранных в разные по метеорологическим условиям годы, в разные периоды вегетации (с июня по сентябрь) и с побегов разных порядков. По средним величинам количества флавонолов за 4 года по 7–10 вариантам сборов существенных различий у растений, выращенных из семян разных морфологических типов, не выявлено (табл. 1). Однако большие различия между минимумами и максимумами, а также в разные годы (1982 и 1983) показывают необходимость более углубленных поисков оптимальных условий для получения высококачественного лекарственного сырья календулы.

При посеве семенами разных типов плодов урожая 1982 г. в следующие годы (1984 и 1985) в основном подтвердилось, что достоверных различий по количеству и качеству сырья (сухих соцветий) и семян у растений-потомков не выявлено. Но содержание флавонолов в разные годы было выше у растений из семян разных типов плодов: в 1984 г. – ладьевидных, а в 1985 г. – когтевидных.

Т а б л и ц а 1

Содержание флавонолов в соцветиях календулы лекарственной у растений-потомков из семян разных морфологических типов. Сортопопуляция Оранжевая, Новосибирск

Морфотип семянок		Показатель	Количество, мг/г абс. сухой массы				
№	Форма		1982	1983	1984	1985	Среднее
I	Когтевидные	Минимум	14,11	10,08	7,72	11,99	7,72
		Максимум	16,40	13,69	18,00	17,97	18,00
		Среднее	15,07	11,62	13,32	14,24	13,56
II	Ладьевидные	Минимум	14,46	7,67	8,48	9,28	7,67
		Максимум	17,54	12,56	18,41	17,45	18,41
		Среднее	16,03	10,38	13,86	13,12	13,35
III	Кольцевидные	Минимум	16,61	–	8,05	8,67	8,05
		Максимум	17,04	–	17,43	17,49	17,49
		Среднее	16,67	10,63	13,50	13,14	13,48

П р и м е ч а н и е. В 1982 г. соцветия взяты с побегов I–V порядков, в остальные годы – от сборов каждую декаду, от второй декады июля до третьей декады сентября.

В Новосибирске климатические условия достаточно благоприятны для выращивания календулы как лекарственного сырья, так и на семена. Это показано нашими опытами по изучению возможностей сочетания культуры календулы на лекарственное сырье с получением семян. Основанием для их постановки были биологические особенности репродуктивных процессов календулы – ветвление растений до V–VI порядков, длительное цветение в течение двух месяцев и устойчивость цветущих растений к первым заморозкам.

Опыт состоял из четырех вариантов: сбор сырья (распустившихся соцветий) начинался с зацветания на главном стебле и побегах II порядка (основное ветвление) и продолжался либо до начала цветения на побегах III–IV порядков (боковое ветвление), либо до конца вегетации; в другом варианте первые соцветия оставались на семена и сбор сырья начинался с цветения побегов III–IV порядков; контролем был сбор соцветий в конце вегетации перед уборкой семенников. Опыты закладывались на делянках площадью 10 м² в 4-кратной повторности методом организованных рендомизированных повторений.

Общая продуктивность (урожай сырья и семян) календулы составляла около 1000 кг/га. Урожай семян был достоверно ниже контроля (1032 кг/га) при длительном сборе соцветий с начала цветения до конца августа (747 кг/га) и при сборе с побегов высших порядков (821 кг/га). При сборе соцветий с побегов основного ветвления (I–II порядка) урожай сырья составлял 99 кг/га, а при сборе с побегов III–V порядков – 25 кг/га. Самый высокий урожай соцветий (сырья) – 475 кг/га – получен при длительном сборе соцветий с начала цветения до конца августа и перед уборкой семенников; в этом варианте и общая продуктивность (1222 кг/га) достоверно выше контроля (1040 кг/га).

Качество семян календулы в Новосибирске удовлетворяет требованиям 1–2 классов, они хорошо дозревают, имеют всхожесть около 80 %. Лучшие по качеству семена получают с главных соцветий и с побегов II порядка, но доля их в общем урожае не более 12–35 %, остальное – семена с побегов III–V порядков. Но вызреваемость последних чаще не выше 4 бал-

лов (начало созревания), в то время как семена с основного ветвления вызревают полностью [6]. Посевные качества семян зависят также и от сроков их сбора, но после сушки масса 1000 шт. достигает 17–18 г, а всхожесть 80–81 %.

Качество лекарственного сырья оценивалось по содержанию флавонолов, которые являются в основном гликозидами. Только в 1983 г. в конце сентября единственный раз были обнаружены агликоны, количество которых составляло 0,30–1,14 мг/г абс. сухой массы. В сырье урожая 1982 г. содержание флавонолов 12,15–12,25 мг/г абс. сухой массы. На этом фоне выявилась зависимость от срока созревания семян в 1981 г., из которых выращивались растения. Содержание флавонолов составляло в среднем 12,45 мг/г при ранних сборах семян (24.08–9.09), повышалось до 14,51 мг/г при уборке семян 16.09 и снижалось до 10,42 мг/г при более поздних (25.09) сроках уборки. Типично оранжевые соцветия содержат флавонолов значительно больше, чем желтые примеси в сортопопуляции. В сборах 1981 г. соцветия с ярко-оранжевой окраской содержали флавонолов 20,88, оранжевые с темной серединой – 17,46, а желтые – 16,88 мг/г абс. сухой массы. Созревшие на растениях, естественно осыпавшиеся семена обеспечивают при выращивании из них растений соцветия, более богатые флавонолами, чем семена, дозревшие после уборки семенников. Тенденция к повышению содержания флавонолов имеется и при происхождении семян с побегов высших порядков.

Содержание флавонолов в соцветиях зависит также от сроков их сбора, когда местоположение на растении дополняется влиянием метеорологических условий в период распускания цветков. В разные годы гидротермический и световой режимы складываются неодинаково, что и определяет условия для образования флавонолов в соцветиях. По нашим данным, на одной и той же группе побегов максимум флавонолов наблюдался в 1983 г. во второй декаде августа, в 1984 г. – в первой декаде августа, а в 1985 г. – во второй декаде июля. Обычный сбор лекарственного сырья перед уборкой семенников закономерно снижает содержание флавонолов в соцветиях и, следовательно, качество сырья (табл. 2).

**Содержание флавонолов в соцветиях календулы лекарственной сортопопуляции
Оранжевая в зависимости от сроков сбора в разные годы**

Срок сбора		Группа побегов, с которых собраны соцветия	Количество флавонолов, мг/г абс. сухой массы		
месяц	декада		1983 г.	1984 г.	1985 г.
Июль	2	Главный стебель и побеги II порядка – с начала цветения	12,56	14,55	17,55
	3		11,77	16,80	15,95
Август	1	С побегов III–V порядков за 2 нед. до уборки семян	11,08	17,85	12,69
	2		13,69	12,43	12,64
	3		11,18	11,79	13,11
Сентябрь	2	Непосредственно перед уборкой семенников с поля в конце вегетации	–	8,08	12,55
	3		9,42	–	9,98

Приведенные материалы исследований показывают, что при культуре календулы лекарственной в Новосибирске как для использования в качестве сырья, так и с целью семеноводства очень большое значение имеют учет и анализ экологических условий. К ним относятся не только метеорологические и почвенные факторы, но и условия выращивания – сроки посева и сбора семян, местоположение соцветий и плодов на растениях. Поскольку цветение календулы продолжается около двух месяцев, представляется возможность изучить и использовать в практических целях корреляции между экологическими условиями и продуктивностью растений – лекарственного сырья и семян.

Для изучения связей между метеорологическими условиями во время вегетации, с учетом периодов морфогенеза и местоположения соцветий и плодов на растении, нами [7] разработана компьютерная программа. Она позволяет оперативно просматривать данные за весь вегетационный период, а также получать характеристики по любым параметрам за отдельные периоды морфогенеза. Установлены корреляции семенной продуктивности календулы лекарственной с метеорологическими условиями вегетационных периодов 1980–1984 гг. [6, 8]. Очень перспективным представляется использование указанной программы для выявления оптимальных сроков сбора соцветий календулы, обеспечивающих максимальное количество и высокое качество лекарственного сырья.

ВЫВОДЫ

1. Календула лекарственная в Новосибирске при посеве в мае ветвится до V–VI порядков, зацветает в середине июля и цветет до конца вегетационного периода в течение двух месяцев. Цветение начинается с главного соцветия на побеге I порядка и постепенно продвигается вниз, на побеги II и следующих порядков. Период вегетации составляет 90–105 дней.

2. Плоды календулы, собранные в соцветиях – корзинки, неоднородны: наружные – когтевидные (I тип), средние – ладьевидные (II тип), внутренние – кольцевидные (III тип). Наибольшее значение (53 %) в прорастании семян имеет тип плодов, затем – их происхождение от морфотипа предыдущего урожая (30 %) и меньше всего – порядок побега, с которого взяты семена (26 %). Продуктивные свойства семян разных морфотипов существенно не различаются.

3. В Новосибирске вполне возможна и достаточно эффективна совмещенная культура календулы на сырье с выращиванием семян. Наибольшее количество соцветий получается при длительном сборе их с начала цветения до конца августа, а максимум семян – при сборе соцветий перед самой уборкой.

4. Качество лекарственного сырья, оцениваемое по содержанию флавонолов в сухих соцветиях, зависит от экологических условий. Наибольшее количество флавонолов в сырье получается: при посеве рано созревшими (выборочный сбор или осыпь при уборке) семенами; в соцветиях ярко-оранжевой окраски; в се-

менах, созревших на побегах III–IV порядков. Лучшие сроки сбора соцветий – вторая декада июля–вторая декада августа.

5. Перспективным методом получения обогащенного флавонолами сырья календулы является использование компьютерной программы анализа метеорологических условий как по многолетним данным, так и оперативно по ходу цветения для выявления корреляций комплекса метеорологических параметров с продуктивностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ф. Гаммерман, Г. Н. Кадаев, А. А. Яценко-Хмельевский, Лекарственные растения. (Растения-целители). Справочное пособие, М., Высш. шк., 1983.
2. Г. С. Левандовский, Вопросы лекарственного растениеводства, М., 1980, 43–45.
3. Г. Н. Котуков, Культивируемые и дикорастущие лекарственные растения. Справочник, Киев, Наук. думка, 1974.
4. Л. Л. Еременко, В. Г. Минаева, В. Ф. Израильсон, Вторая Республиканская конф. по медицинской ботанике. Тез. докл., Киев. АН Укр. ССР, 1988, 117–118.
5. Р. Е. Левина, В. Ф. Войтенко, *Природа*, 1975, 5, 87–95.
6. Г. К. Паначева, Л. Л. Еременко, Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье. Материалы VI Международной науч.-практич. конф. Алушта, 8–14 сентября 1997 г., Симферополь, Нац. АН Украины, 1997, 702–703.
7. Л. Л. Еременко, С. И. Еременко, Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Материалы науч. конф. (12–15 декабря 1995 г. Санкт-Петербург), Санкт-Петербург РАН. БИН им. В. Л. Комарова, 1995, 130–131.
8. Л. Л. Еременко, Особенности развития и прорастания семян интродуцентов. Тезисы докл. X совещ. по семеноведению интродуцентов, М., 1994, 11.

Ecological-biochemical Aspects of *Calendula officinalis* L. Productivity in Novosibirsk

L. L. EREMENKO, V. G. MINAYEVA

Calendula officinalis L. was introduced in Novosibirsk, Central Siberian Botanical Garden in 1960. In this paper experimental data on the biological peculiarities of flowering and fruiting on the sprouts of different orders during the growing period are given for the 1980–1985. The possibility of combined cultivation of *Calendula* both as medicinal raw material and for seed growing is substantiated, the results of the field test are presented. Sowing qualities and productive properties of seeds from heteromorphous fruits are described.

For the first time in Novosibirsk data have been obtained on the flavonol content of inflorescences depending on ecological factors: meteorological conditions during the growing period; sowing seeds of different degree of ripeness; and terms of medicinal raw material harvesting. The first results and prospects for the use of computer analysis of correlations between hydrothermal parameters and *Calendula* seed and raw material productivity are considered.