

УДК 633.39:631.527

## АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ И МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ БОРЩЕВИКА

А. И. ДОЦЕНКО, В. Т. БУДЯК, Н. Н. БОГОМОЛОВА

(Кафедра растениеводства)

Среди крупнотравных представителей дикорастущей флоры наибольшее распространение в качестве нового силосного растения за последние 20—25 лет в Нечерноземной зоне европейской части СССР получил борщевик сосновского [1, 3—5]. Только в Коми АССР плантации его занимают около 3,5 тыс. га, в Московской области — 3 тыс., в Ленинградской — более 1 тыс. га [3, 4]. Эта культура занимает большие площади также в Мордовской, Удмуртской и Чувашской автономных республиках, в Калининской, Ивановской, Горьковской, Рязанской и в других областях.

Борщевик сосновского отличается высокой экологической пластичностью, большой потенциальной урожайностью (от 500 до 1500 ц зеленой массы на 1 га), хорошей семенной продуктивностью, высоким коэффициентом размножения и рядом других хозяйственно-полезных признаков [1, 5]. Его можно выращивать на одном месте без пересева до 10 лет и даже больше. Борщевик хорошо силосуется в чистом виде и в смеси с трудносилосующимися растениями и побочной продукцией полеводства — соломой, мякиной и пр.

Зеленая масса борщевика является источником для приготовления корма, отличающегося полноценностью, высокой поедаемостью, а также низкой себестоимостью. Однако более широкое распространение борщевика сосновского в культуре несколько сдерживается из-за наличия в соке надземных органов растения эстрогенных фотосенсибилизирующих фурукумаринов, способных при контакте с кожей человека вызывать дерматиты, которые часто называют ожогами [1, 5, 8]. В связи с этим возникает необходимость в создании сортов и форм борщевика, не содержащих таких соединений. Наличие внутривидовой изменчивости фурукумаринового состава у представителей рода *Heracleum* L. позволяет считать селекционное улучшение их перспективным [1, 5, 8].

Работы в этом направлении были начаты в 1964 г. Ботаническим институтом им. В. Л. Комарова АН СССР (БИН, Ленинград); с 1975 г. исследования проводятся в Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева, а с 1976 г. — во ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса.

### Материал, методика и условия проведения исследований

В качестве исходного материала для селекции были изучены следующие виды борщевика: *H. lehmannianum* Bunge (из семян собственного воспроизводства); *H. sosnowskyi* Manden., *asperum* M. B., *H. grandiflorum* Steven (собраны в местах естественного произрастания — Дагестанская АССР); *H. dissectum* Ldb., *H. mantegazzianum* Somm. et Lev., *H. sphondylium* L. (получены из Института биологии Коми филиала АН СССР); *H. trachyloma* Fisch. et Mey., *H. dulce* Fisch. (из Павловской опытной станции ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова); *H. antasiaticum* Manden. и *H. voroschilovii* Gorovoi, а

также межвидовые гибриды, полученные путем насыщающих поглотительных скрещиваний-беккроссов и скрещивания гибридов, отобранных по признаку низкого содержания фотодинамически активных фурукумаринов (из БИНа)<sup>1</sup>. При оценке объектов исследования по комплексу хозяйствен-

<sup>1</sup> Мы выражаем признательность всем организациям и лицам, передавшим нам семена различных видов борщевика, а также глубокую благодарность И. Ф. Сацыперовой, предоставляющей нам в течение ряда лет семена некоторых межвидовых гибридов.

но-полезных признаков в качестве стандарта использовали сорт борщевика сосновского Успех, выведенный совместно ВНИИ кормов и Тимирязевской академией путем многократного отбора из дикорастущих популяций и районированный в Московской области с 1978 г. в качестве силосной культуры [2].

Посев проводили осенью 1976 г. на Центральной экспериментальной базе ВНИИ кормов квадратно-гнездовым способом (70×70 см) на участке со следующей агрохимической характеристикой пахотного (0—22 см) слоя почвы: содержание гумуса — 2 %, рН<sub>соль</sub> 6,8; содержание легкогидролизуемого азота — 3,5 мг; Р<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 16,9 и К<sub>2</sub>O — 8,6 мг на 100 г почвы.

Весной в каждом гнезде оставляли по одному хорошо развитому растению. Летом перед смыканием листьев в междурядьях посева подкормили минеральными удобрениями из расчета 50N40P70K. Фенологические наблюдения, биометрические исследования и учет урожая осуществляли по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6]. В период бутонизация — начало цветения у растений определяли содержание сухого вещества, общего азота, сырой клетчатки, каротина, суммы сахаров общепринятыми методами в лаборатории масловых анализов ВНИИ кормов, переваримость сухого вещества *in vitro* — по методике Тиллея и Терри [12] в модификации Джона и Хейворда [10] с использованием ферментных препаратов.

Анализ растений на содержание фурукумаринов в соке, выжатом из черешка листа, проводили методом восходящей бумажной хроматографии в системе Ридля и Нейгебауэра [11], где в качестве подвижной фазы использовался петролейный эфир с температурой кипения 70—100 °, а неподвижной — 20 % водный раствор этиленгликоля. Бумагу импрегнировали этиленгликолем до нанесения экстракта; количество сока в пятно — 0,01 мл. В качестве метчиков использовали химически чистые вещества — ксантоксин, ангелцин, бергаптен и псорален — по 0,01 мл 0,2 % раствора в этаноле<sup>2</sup>. Идентифицированные соединения оценивали с использованием ультрамикроскопа типа «Хроматоскоп» глазомерно по размеру и яркости свечения пятен в УФ свете после обработки хроматограмм 10 % спиртовым раствором КОН. Пятна, светящиеся очень ярко, получали оценку 4 балла, ярко — 3, слабо — 2, очень слабо — 1, несветящиеся — 0 баллов.

Количество анализируемых растений каждого вида колебалось от 23 до 184.

Данные хроматографии были обработаны статистически с применением алгоритмов биометрии [7], урожайные данные — парным методом с установлением достоверности различий через критерий Стьюдента [9].

Агрометеорологические условия вегетационных периодов 1977 и 1978 гг. в целом были благоприятными для роста и развития борщевика.

## Результаты исследований

Образцы и виды борщевика, выращенные из семян, полученных в северных районах страны, отличались более интенсивным весенним отрастанием и большими среднесуточными линейными приростами. Однако подавляющее большинство изученных видов к фазе укосной спелости по высоте значительно уступало борщевiku сосновского сорта Успех, а отдельные (переднеазиатский, рассеченный) — даже более чем в 1,5—2,5 раза (табл. 1).

То же наблюдалось и в отношении облиственности, которая, как и высота, рассматривается нами в качестве косвенного показателя продуктивности растений. Кроме упомянутых ранее видов, небольшими размерами и общим количеством листьев на растении характеризовались виды крупноцветковый, ворошилова и жесткий. И только единственный образец — дикорастущий борщевик сосновского из Дагестана, значительно уступая стандарту в размерах листовых пластинок, на 35 % превосходил его по суммарному количеству розеточных и стеблевых листьев в расчете на 1 растение.

Среди изученных видов лучшими по продуктивности и другим рассматриваемым выше хозяйственно-полезным признакам являются борщевики сосновского, лемана и мантегации, а также сладкий, обыкновенный и шероховато-окаймленный. Но обе названные группы видов уступают по продуктивности стандарту соответственно на 34—44 и 47—62 %. Продуктивность видов борщевика переднеазиатского, жесткого, рассеченного и ворошилова — ниже, чем у стандарта, в 5—20 раз. Кро-

<sup>2</sup> Выражаем искреннюю благодарность Н. Ф. Комиссаренко за предоставленные нам чистые метчики фотосенсибилизирующих фурукумаринов.

Таблица 1

Некоторые элементы биометрии и биологическая урожайность видов и межвидовых гибридов борщевика 2-го года жизни в фазу укосной спелости

Вид, гибрид	Средняя высота, см	Количество листьев на растении, шт.	Размер пластинок розеточных листьев, см		Урожай сырой массы		
			длина	ширина	на 1 растение, г	в пересчете на 1 га, ц	% к стандарту
Сосновского, сорт Успех	113,2	15,3	90,2	114,1	7238	1477	100,0
Лемана	104,9	8,7	82,6	100,5	4508	920	62,3
Шероховато-окаймленный	102,2	8,0	73,0	88,7	2789	569	38,5
Рассеченный	75,9	4,5	55,6	70,4	1366	279	18,9
Крупноцветковый	105,6	5,2	75,9	89,8	2252	460	31,1
Жесткий	84,4	7,1	63,4	66,1	1021	208	14,1
Переднеазиатский	39,6	2,6	39,6	62,0	320	65	4,4
Мантегацци	109,0	8,9	95,0	106,8	4770	973	65,9
Сосновского	93,4	23,4	58,7	85,8	4042	825	55,9
Ворошилова	81,2	5,5	62,7	71,4	1656	338	22,9
Сладкий	109,0	9,4	78,0	95,5	3854	786	53,2
Обыкновенный	104,7	7,9	95,5	93,3	3173	647	43,8
(БЛ×БС)×БЛ	77,8	4,4	58,8	71,3	1054	215	14,6
БШ-о×БШ-о	87,9	5,2	65,1	72,8	1470	300	20,3
(БС×БЛ)×БЛ	88,7	3,9	64,3	69,3	1505	307	20,8

Примечание. Здесь и в последующих таблицах: БЛ — сокращенное обозначение борщевика лемана; БС — сосновского, БШ-о — шероховато-окаймленного.

ме того, такие виды борщевика, как крупноцветковый, жесткий и шероховато-окаймленный, значительно (до 50 %) выпадают после 1-го укоса, что приводит к сильному изреживанию посевов, и как следствие, к снижению их урожайности. Но даже среди малопродуктивных видов встречаются высокоурожайные биотипы, которые могут быть использованы в качестве исходного материала для дальнейшей селекционной работы.

Существенные различия отмечаются и в химическом составе растений разных видов (табл. 2). Так, в период бутонизации — начало цветения, т. е. при уборке борщевика на силос, лучшими по содержанию сухого вещества были борщевика сосновского и переднеазиатский, в то время как виды лемана и шероховато-окаймленный, характеризующиеся некоторыми исследователями [1, 8] как перспективные, отличаясь несколько большим, чем у борщевика сосновского сорта Успех, содержанием сырого протеина, значительно уступали ему по сумме сахаров, а также по содержанию и переваримости сухих веществ.

У видов крупноцветкового и рассеченного было повышенным по отношению к стандарту содержание сырого протеина, каротина и микроэлементов, однако, помимо низкой урожайности, у них отмечалось невысокое содержание сухого вещества и растворимых сахаров.

Межвидовые гибриды борщевика, полученные путем насыщающих поглотительных скрещиваний (беккроссов) и скрещивания сибсов, отобранных по признаку невысокого содержания фотодинамически активных фурукумаринов, характеризовались, как правило, пониженными относительными и абсолютными показателями продуктивности и витаминной ценности по отношению к соответствующим значениям у исходных родительских форм, но отличались от них повышенным содержанием сухого вещества и большими коэффициентами его переваримости.

Биохимическая характеристика видов и межвидовых гибридов борщевика  
2-го года жизни (бутонизация — начало цветения)

Вид, гибрид	Содержание сухого ве- щества, %	Фосфор	Кальций	Кальций	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сумма сахаров	Каротин, мг %	Перевари- мость сухих веществ, %
Сосновского, сорт Успех	10,75	0,17	2,15	1,05	14,5	3,27	13,12	21,4	27,4	70,6
Лемана	8,83	0,18	3,21	0,86	18,8	3,72	13,33	15,3	46,2	66,8
Шероховато-окайм- ленный	8,51	0,22	3,96	1,27	16,8	3,25	13,99	7,1	28,4	64,9
Рассеченный	8,91	0,27	4,31	1,33	21,3	3,25	13,77	5,0	34,9	66,2
Крупноцветковый	7,81	0,26	3,98	1,36	21,3	3,25	16,28	6,6	31,3	62,7
Жесткий	—	0,23	3,92	1,63	—	3,42	14,99	—	—	—
Мантегаци	—	0,22	3,41	0,98	—	3,55	13,82	—	—	—
Переднеазиатский	12,40	0,22	3,41	1,12	18,9	3,54	15,41	7,5	26,6	58,0
Сосновского	11,15	0,18	2,41	1,53	19,8	3,35	12,29	10,3	29,8	69,0
(БЛ×БС)×БЛ	11,30	0,17	3,32	0,96	18,1	3,10	13,76	12,6	17,6	74,3
БШ-о×БШ-о	9,26	0,15	3,24	1,62	13,1	2,73	16,10	13,6	23,6	67,5
(БС×БЛ)×БЛ	10,80	0,19	3,74	0,98	20,2	2,93	15,45	11,5	29,5	72,8

По содержанию сырого протеина межвидовые гибриды заметно различались, но при этом прослеживалось более или менее четкое на- следование данного признака от исходных родительских форм.

Выявлена довольно широкая амплитуда внутри- и межвидовой из- менчивости качественного состава и количественного содержания фото- динамически активных фурукумаринов. Как видно из табл. 3, содержа- ние фурукумаринов было наиболее высоким у видов борщевика соснов- ского, лемана и мантегаци, а наибольшая амплитуда изменчивости содержания ангелицина — у борщевиков переднеазиатского, жесткого, лемана и ворошилова, содержания ксантотоксина — у крупноцветково- го, ворошилова, обыкновенного и шероховато-окаймленного.

Таблица 3

Характеристика фурукумаринового состава видов  
и межвидовых гибридов борщевика 2-го года жизни

Вид, гибрид	Ангелицин		Ксантотоксин		Процент растений, содержащих фуруку- марины, балл	
	$X \pm m$ , балл	$C_v$ , %	$X \pm m$ , балл	$C_v$ , %	0	0 < 1
Сосновского, сорт Ус- пех	2,6±0,1	38,5	2,5±0,1	40,0	0,0	20,2
Лемана	0,6±0,2	122,0	3,0±0,1	20,0	0,0	11,8
Шероховато-окаймлен- ный	2,2±0,2	64,9	1,7±0,1	69,6	10,1	26,6
Рассеченный	1,4±0,2	95,9	2,1±0,2	60,2	9,3	27,8
Крупноцветковый	0,0	—	0,8±0,3	153,1	42,8	50,0
Жесткий	0,4±0,1	176,7	0,0	—	—	—
Мантегаци	3,5±0,2	24,9	1,9±0,2	57,3	—	—
Переднеазиатский	0,3±0,2	278,7	2,2±0,2	46,4	0,0	54,2
Сосновского	3,2±0,1	34,2	2,0±0,1	43,8	0,0	6,4
Ворошилова	1,0±0,2	138,3	1,7±0,2	91,1	2,6	34,3
Сладкий	1,4±0,2	50,7	1,9±0,2	52,6	—	—
Обыкновенный	1,1±0,2	89,9	1,1±0,2	73,8	—	—
(БЛ×БС)×БЛ	0,8±0,1	111,7	2,0±0,1	59,2	4,6	35,2
БШ-о×БШ-о	1,8±0,1	74,5	1,2±0,1	95,0	13,6	32,7
(БС×БЛ)×БЛ	0,8±0,1	131,1	2,3±0,1	51,4	5,1	30,3

Максимальное количество растений с низким содержанием фотосенсибилизирующих фурукумаринов (не более 1 балла) выявлено среди популяций борщевика переднеазиатского и крупноцветкового, которые, к сожалению, характеризуются низкими значениями хозяйственно-полезных признаков.

Встречаемость растений, совсем не содержащих фотосенсибилизирующих фурукумаринов, у представителей рода *Helianthus* L. в целом весьма незначительная. У наиболее продуктивного из числа изученных видов — борщевика сосновского — было обнаружено лишь 1—2 таких экземпляра из тысячи просмотренных, а у шероховато-окаймленного и рассеченного — значительно больше, но не более 9—10 %.

Межвидовые гибриды в условиях нашего опыта не только сохраняли этот признак, но и характеризовались повышенным суммарным выходом бесфурукумариновых и слабообжигających растений (от 12—37 до 35—50 %) в сравнении с родительскими формами. Однако следует отметить, что депрессия в росте и развитии межвидовых гибридов осложнит селекцию борщевика на необжигаемость в сочетании с высокой урожайностью.

К настоящему времени из популяций различных видов борщевика нами выделено 116 растений с достаточно высокими показателями урожайности и с малым содержанием фотодинамически активных фурукумаринов. Они будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

### Выводы

1. Представители рода *Helianthus* L. характеризуются широким диапазоном внутри- и межвидовой изменчивости признаков продуктивности, биохимического и, в частности, фурукумаринового состава растений.

2. Наиболее продуктивными и обладающими лучшим биохимическим составом являются виды борщевика сосновского (сорт Успех) и лемана.

3. Межвидовые гибриды, полученные путем беккроссов и скрещивания sibсов, отличаются от исходных родительских форм повышенным выходом и лучшей переваримостью сухих веществ, а также пониженным содержанием фотосенсибилизирующих фурукумаринов, но значительно уступают стандарту (сорт Успех) по урожайности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов П. П., Кондратьев А. А. Новые кормовые культуры. М.: Россельхозиздат, 1975, с. 34—90. — 2. Каталог сортов с.-х. культур, первые районированных с 1978 г. М.: — Колос, 1977. — 3. Краснихин П. И. Задачи дальнейших исследований по новым кормовым растениям в условиях Поволжья. — В сб.: Тез. Всесоюз. совещ. по технологии возделывания новых кормовых культур. Ч. I. Саратов, 1978, с. 7—11. — 4. Малышев В. И., Моисеев К. А. Проблемы механизированного возделывания борщевика. — Там же, с. 191—192. — 5. Медведев П. Ф. Семноводство новых кормовых культур. Л.: Колос, 1974, с. 110—115. — 6. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур.

М.: Колос, 1971. — 7. Плохинский Н. А. Алгоритмы биометрии. М.: Изд-во МГУ, 1967. — 8. Сацыперова И. Ф. О перспективах селекционных работ с группой фурукумариносных растений. — В сб.: Полезные растения Прибалт. респ. и Белоруссии. Вильнюс: Изд-во АН ЛитССР, 1973, с. 28. — 9. Снедекор Д. Ж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельск. хоз-ве и биол. М.: Изд-во с.-х. лит., журн. и плак., 1961. — 10. Jones D. I. H., Hayward M. V. — J. Sci. Food Agr., 1973, vol. 24, N 11, p. 1419—1426. — 11. Riedl K., Neugebauer L. — Monatshefte für Chemie, 1952, Bd 83, N 3, S. 1083—1087. — 12. Tilley I. M. A., Terry R. A. — J. British Grassland Sci., 1963, vol. 18, p. 104—111.

Статья поступила  
3 апреля 1980 г.

### SUMMARY

The biometric characteristic of some cowparsnip species and interspecific hybrids, as well as their chemical composition and evaluation by the presence of photodynamically active furocoumarins are discussed. From the point of view of yielding capacity and chemical composition, *H. sosnowskyi* and *H. lehmannianum* cowparsnip are the

most promising species. Considerable variations in the content of photosensibilizing furocoumarins are noted. Interspecific hybrids contain higher amount of dry matter and assimilate it better, but they have much lower yield, if compared with the standard (Uspekh variety).