

# ФАРМАКОГНОЗИЯ И БОТАНИКА

Н. А. Кузьмичева

## ВЗАИМОСВЯЗЬ МОРФОЛОГО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИСТЬЕВ ИВЫ ПРУТЬЕВИДНОЙ С ИХ ПОЛОЖЕНИЕМ НА ПОБЕГЕ

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет

*На примере ивы прутьевидной изучена зависимость морфологических параметров листьев (длина листовая пластинка, длина черешка, масса листа) от их положения на побеге. Она описывается уравнением полинома второй степени ( $R^2$  до 0,85) с отрицательным коэффициентом при  $x^2$ . Наибольшая степень аппроксимации наблюдается для длины листа. Листья максимального размера находятся в центре побега (на относительном расстоянии 50–60% длины побега от его основания). Зависимость содержания флавоноидов в отдельных листьях от их положения на побеге также может быть описана полиномом второй степени с положительным коэффициентом при  $x^2$ . Наибольшее содержание отмечено в листьях, расположенных у основания и верхушки побегов (7–9% и 5–7% соответственно). Листья центральной части побега содержат минимальное количество флавоноидов (около 4%).*

*Ключевые слова: ива прутьевидная, *Salix viminalis*, морфология листа, флавоноиды.*

### ВВЕДЕНИЕ

Листья – один из наиболее пластичных органов растений, быстрее других реагирующих на изменения условий окружающей среды [1]. Изменчивость морфологических признаков листа обычно велика и зависит от различных факторов [2]. В связи с этим в частных фармакопейных статьях на лекарственное растительное сырье в разделе «Внешние признаки» указывают либо диапазон значений (длина листа барбариса обыкновенного – 2–7 см, ширина 1–4 см), либо максимально допустимые значения признака (длина листа красавки – до 20 см, ширина – до 10 см) [3].

При заготовке листьев в качестве лекарственного растительного сырья следует учитывать их значительную изменчивость. В литературе имеется достаточное количество работ, посвященных изучению вопроса о влиянии условий произрастания растений на содержание в его листьях фармакологически активных веществ [4–7]. Также имеются работы, посвященные изучению взаимосвязи размерных характеристик листа и содержания в них биологически активных веществ [8, 9]. Однако до сих пор получено мало сведений о закономерностях изменения морфологических и химических признаков листа в зависимости от его положения на побеге. Ранее на примере ивы трехтычинковой

была изучена зависимость морфологических параметров листьев (длины и ширины листа, положения наибольшей ширины листа, длины черешка, угла основания и верхушки листа) и содержания в них флавоноидов от положения листьев на побеге. Установлено, что листья максимального размера находятся на относительном расстоянии 60% длины побега от его основания и содержат минимальное количество флавоноидов [10]. Аналогичные выводы о том, что маленькие листья накапливают больше действующих веществ, были получены и для листьев черники [8]. Очевидно, что существование таких закономерностей необходимо подтверждать для других видов растений, в первую очередь для тех, которые являются источником получения лекарственного растительного сырья, в том числе и перспективного.

Объектом для исследования нами были выбраны листья ивы прутьевидной (*Salix viminalis* L.), являющиеся перспективным сырьем, обладающим гастрозащитными свойствами, особенно эффективными против стрессовых язв [11, 12], встречающихся в настоящее время все чаще в экономически развитых странах в связи с постоянно нарастающим темпом жизни и вызванным этим эмоциональным напряжением и стрессами [13]. В частности, В. Ю. Кузьминым показано, что спиртовые извлечения из листьев ивы корзиноч-

ной проявляют выраженную противовоспалительную активность (препятствуют развитию отёка, вызванного каррагенином, формалином, адьювантом Фрейнда, уменьшают выраженность гиперемии конечности, угнетают воспалительное разрастание гранулематозно-фиброзной ткани). Водные извлечения из листьев ивы корзиночной также проявляют противовоспалительную активность (препятствуют развитию отёка, вызванного каррагенином, формалином, угнетают воспалительное разрастание гранулематозно-фиброзной ткани), не уступая по своей эффективности кислоте ацетилсалициловой. Вытяжки из листьев растения ускоряют заживление раневого повреждения. Извлечения из листьев ивы корзиночной обладают выраженным гастрозащитным эффектом (снижают количество повреждений на слизистой желудка, уменьшают число животных с повреждениями слизистой оболочки желудка) на фоне как острого, так и хронического воспаления. Водные извлечения, кроме того, уменьшают число животных с повреждениями слизистой оболочки желудка на модели нейрогенного язвообразования. Вытяжки из листьев ивы корзиночной проявляют обезболивающие свойства (уменьшают восприятие болевых раздражений на моделях «уксусных корчей», «горячей пластины», в том числе на фоне воспалительного процесса конечности), сопоставимые с эффектами анальгина и кислоты ацетилсалициловой. Извлечения из листьев ивы корзиночной проявляют существенную стресспротективную (препятствуют инволюции тимико-лимфатического аппарата, уменьшают гипертрофию надпочечников, сокращают количество повреждений на слизистой оболочке желудка) активность [12].

Наличие противовоспалительных свойств у настоя листьев ивы прутьевидной было также подтверждено исследованиями С. Г. Аксиненко [11].

Листья ивы прутьевидной содержат фенолгликозиды, в числе которых салицин, грандидентатин, триандрин, вималин, салидрозид, фрагилин и саликортин. Кроме того, в них обнаружены катехины, проантоцианидины, дубильные вещества (до 9,6%) и флавоноиды: 7-О-глюкозид лютеолина, изокверцитрин, 3-О-глюкозид изорамнетина, 3-О-(6-ацетил)-глюкозид изорамнетина, глюкозид мирицетина.

Таким образом, с учетом широкого спектра фармакологической активности и относительно хорошо изученного химического состава листьев ивы прутьевидной, целесообразно проведение изучения их морфологических признаков для разработки нормативной документации на этот перспективный вид лекарственного растительного сырья и инструкции по его заготовке.

Цель – определить зависимость содержания флавоноидов в листьях ивы прутьевидной от морфологических параметров листа и его положения на побеге.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Были изучены пять гербарных образцов побегов ивы прутьевидной, заготовленных в естественных фитоценозах в сентябре 2014 года в окрестностях г. Витебска. Гербарные образцы использовали для измерения морфологических параметров листа и для определения количественного содержания суммы флавоноидов.

Изучали длину листовой пластинки и длину черешка. С помощью миллиметровой линейки определяли для каждого листа максимальное значение длины листовой пластинки и длину черешка. Для определения положения каждого листа на побеге измеряли расстояние от основания побега до черешка, а затем рассчитывали его отношение к общей длине побега в процентах. Это позволило сравнивать между собой побеги с разным количеством листьев [10].

После измерения морфологических параметров каждый лист по отдельности измельчали до частиц размером 1–2 мм, помещали в стеклянные флаконы емкостью 10 мл, взвешивали с точностью до 0,0001 г и заливали 1,0 мл 70% этанола. Закрытые резиновыми пробками флаконы нагревали на кипящей водяной бане в течение 30 минут с использованием специального устройства для герметизации.

Использовали денситометрический метод с применением офисной техники: сканера и компьютера с программой обработки изображений ImageJ ver. 1.41 h (<http://rsbweb.nih.gov>), который ранее был применен для определения суммы флавоноидов в листьях ивы трехтычинковой [10]. В качестве стандартного образца использовали гиперозид. Потерю в массе при сушивании определяли методом ГФРБ на двух навесках сырья, взятых из гербарных

образцов ивы прутьевидной, не используемых для анализа, но заготовленных и хранящихся в тех же условиях [3].

Рассчитывали среднее арифметическое трех определений и его ошибку; строили графики зависимости морфологических параметров листа от его положения на побеге, рассчитывали уравнение регрессии (полиномиальная кривая второй степени) и его величину достоверности аппроксимации с использованием стандартного пакета программ Microsoft Office Excel 2010.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Длина изученных побегов варьировала от 22 до 47 см, количество листьев на них от 21 до 32. Длина листьев изменяется на каждом побеге в разных диапазонах: от 27–76 мм на первом побеге; 20–68 мм на втором; 30–58 мм на

третьем; 18–71 мм на четвертом и 18–89 мм на пятом из исследованных побегов. На всех побегах закономерность изменчивости длины листа следующая: самые короткие листья находятся у основания побега, затем длина листа постепенно увеличивается приблизительно до относительного расстояния от начала побега 60% и так же постепенно убывает, не достигая, однако, минимальной величины. Масса листьев находится в интервале от 10 до 63 мг и изменяется по той же закономерности, как и длина листа. Длина и масса листьев на побеге №3 оказались наименее изменчивыми, и достоверной закономерности их связи с положением на побеге выявлено не было, поэтому из дальнейших расчетов этот побег был исключен. Морфологические параметры и массы листьев одного из изученных побегов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Морфологические параметры листьев ивы прутьевидной (побег №4)

№ листа	Расстояние от основания побега, см	Относительное расстояние от основания побега, %	Длина листа, см	Длина черешка, мм	Масса листа, мг
1	1,2	5,29	1,8	3	5,1
2	1,7	7,49	2,3	3	7,8
3	2,5	11,01	2,5	4	8,4
4	3,8	16,74	3,6	5	15,2
5	4,8	21,15	3,6	5	19,9
6	6,1	26,87	3,2	5	17,5
7	7,4	32,60	5,2	5	32,0
8	9,1	40,09	5,8	6	35,8
9	10,4	45,81	7,1	5	38,4
10	12,0	52,86	6,5	4	38,5
11	13,3	58,59	6,3	5	29,4
12	14,1	62,11	6,8	6	35,0
13	15,4	67,84	5,7	5	31,1
14	17,2	75,77	5,9	6	29,0
15	18,4	81,06	5,7	5	30,7
16	19,4	85,46	5,2	4	27,8
17	20,2	88,99	5,3	5	13,3
18	21,2	93,39	5,1	3	21,6
19	22,0	96,92	4,8	4	23,8
20	22,6	99,12	3,9	3	14,6
21	22,7	99,56	2,0	2	3,0

Для каждого из параметров листа построены графики зависимости их значения от положения на побеге. Рассчитаны уравнения регрессии и величина достоверности аппроксимации. В таблице 2 они представлены для одного из изученных побегов.

Как видно из полученных данных, за-

висимость морфологических параметров листьев от их положения на побеге вполне удовлетворительно описывается уравнением полинома второй степени. Наибольшая степень аппроксимации наблюдается для длины листа (пример представлен на рисунке 1).

Таблица 2 – Уравнения зависимости морфологических параметров листьев ивы прутовидной от их положения на побеге (для побега №4)

Морфологический параметр листа	Уравнение регрессии (полиномиальная кривая второй степени)	Достоверность аппроксимации $R^2$
Длина листа	$y = -0,0017x^2 + 0,2002x + 0,5019$	0,8485
Длина черешка	$y = -0,0011x^2 + 0,1113x + 2,7083$	0,6364
Масса листа	$y = -0,0124x^2 + 1,3882x - 3,5224$	0,8276

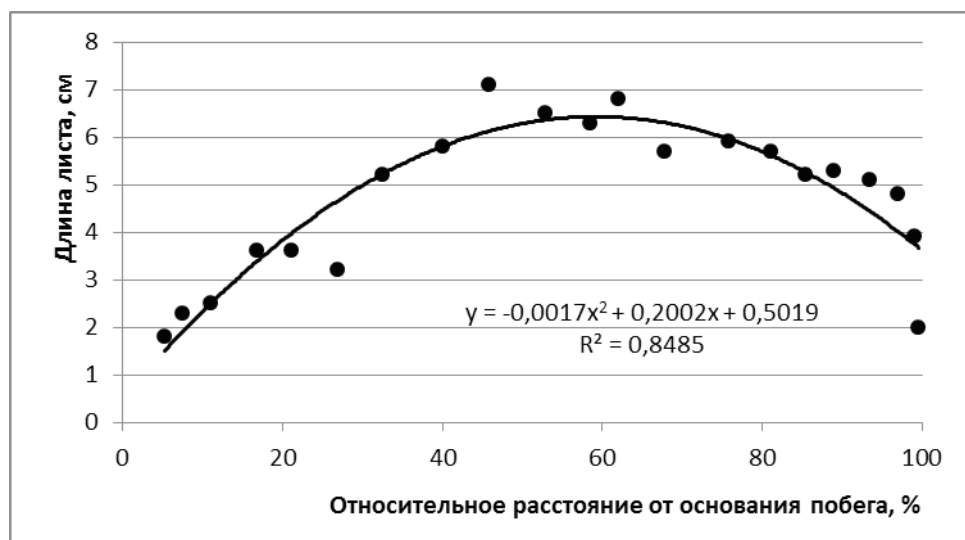


Рисунок 1 – Зависимость длины листа от его положения на побеге №4

Аналогичные графики можно построить и для зависимости длины черешка или массы листа от его положения на побеге. Коэффициент при  $x^2$  всегда отрицательный. Это значит, что в середине побега (приблизительно на расстоянии 50–60% длины побега, считая от его основания) развиваются

самые крупные листья. Ближе к основанию листа они становятся значительно меньше, в то время как ближе к верхушке уменьшение размеров не так заметно. На рисунке 2 представлены графики зависимостей длины листа от положения на побеге сразу для всех изученных побегов.



Рисунок 2 – Зависимость длины листа от его положения на побеге (1,2,4,5 – номера побегов)

Далее было проведено определение количественного содержания суммы флавоноидов в каждом листе с 4 побегов (таблица 3).

Содержание флавоноидов в отдельных листьях ивы прутьевидной варьирует от 1,23% до 11,04%, то есть весьма значительно, в то время как средние значения по побегам изменяются существенно меньше – от 4,08% до 5,76%. Зависимость содержания флавоноидов от положения листа на побеге зеркально противоположна той, которая была описана для длины и массы листа (таблица 2), то есть самые мелкие листья накапливают максимальное количество флавоноидов. Коэффициент корре-

кции длины и массы листа с содержанием флавоноидов равен – 0,58 и – 0,55 соответственно. Это необходимо учитывать при заготовке листьев.

Для изучения зависимости содержания флавоноидов в листьях ивы прутьевидной от их положения на побеге были рассчитаны уравнения регрессии и построены графики. Пример приведен на рисунке 3.

Полученные результаты хорошо согласуются с литературными данными. Для листьев ивы трехтычинковой установлены аналогичные закономерности распределения по побегу листьев с максимальным содержанием флавоноидов [10]. Найдено также еще одно подтверждение более об-

Таблица 3 – Содержание флавоноидов в листьях ивы прутьевидной

№ листа	Содержание флавоноидов, %			
	Побег 1	Побег 2	Побег 4	Побег 5
1	7,46	7,31	9,63	6,79
2	-	8,59	11,04	6,65
3	9,56	7,51	8,04	6,43
4	-	7,69	6,38	5,64
5	7,90	6,80	8,59	6,00
6	6,86	6,68	9,48	5,31
7	5,49	2,89	5,46	4,23
8	5,19	2,13	5,61	5,29
9	6,23	2,83	4,54	4,62
10	4,30	2,63	4,61	4,86
11	5,42	4,84	5,34	4,64
12	6,63	4,96	5,05	4,18
13	6,15	4,88	5,25	4,86
14	6,11	5,90	4,36	
15	6,99	4,36	3,61	2,82
16	-	3,88	4,29	3,20
17	4,22	4,38	4,90	2,62
18	3,84	4,31	4,27	2,96
19	3,56	4,35	2,75	3,35
20	3,77	2,96	5,05	3,30
21	3,12	4,26	2,74	4,44
22	4,47	4,17		2,86
23	4,22	6,45		3,15
24	4,37	6,81		2,98
25	4,07			2,93
26	4,28	7,84		3,37
27	4,38	7,96		3,16
28	3,72			1,23
29	6,11			4,55
30	6,62			1,91
31	7,42			6,79
32				6,65
среднее	5,45±0,18	5,28±0,21	5,76±0,25	4,08±0,16



Рисунок 3 – Зависимость содержания флавоноидов в листьях от их положения на побеге (1,2,4,5 – номера побегов)

шей закономерности о том, что нельзя достичь одновременно и максимальных размеров листа, и наибольшего содержания вторичных соединений [5, 8, 9].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зависимость морфологических параметров листьев ивы прутьевидной от их положения на побеге описывается уравнением второго порядка. Листья максимального размера находятся на относительном расстоянии 60% длины побега от его основания.

Содержание суммы флавоноидов в листьях ивы прутьевидной составляет от 3 до 8%, причем максимальное содержание флавоноидов наблюдается в самых маленьких по размеру и массе листьях. Соответственно, наибольшее их количество накапливается в листьях, расположенных у основания и верхушки побегов.

В пределах побега невозможно найти листья одновременно с максимальной фитомассой и с максимальным содержанием действующих веществ. Это необходимо учитывать при заготовке лекарственного растительного сырья.

### SUMMARY

N. A. Kuzmichova  
CORRELATION OF MORPHOLOGICAL  
AND CHEMICAL PARAMETERS  
OF *SALIX VIMINALIS* LEAVES AND  
THEIR POSITION ON SPEAR

By example of *Salix viminalis* the dependence of leaves morphological parameters (leaf length, petiole length and mass of leaf) on their position on spear was researched. This dependence is described by quadratic polynomial equation ( $R^2$  up to 0,85) with negative coefficient at  $x^2$ . Maximum approximation level is observed on leaf length. Maximum size leaves are situated in the center of spear (at relative distance of 50–60% spear length from its base). Flavonoid contents dependence in separate leaves on its position on spear can be described by quadratic polynomial equation with positive coefficient at  $x^2$ . Maximum contents accumulates in leaves situated near spear base and top (7–9% and 5–7% relatively). Leaves of central spear part have minimum flavonoid contents (about 4%).

Keywords: *Salix viminalis*, leaves morphology, flavonoids.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бузук, Г. Н. Морфометрия лекарственных растений. 1. *Vaccinium myrtillus* L. Изменчивость формы и размеров листьев / Г. Н. Бузук // Вестник фармации. – 2006. – №2. – С. 21–32.
2. Крылова, И. Л. Влияние экологических факторов на содержание действующих веществ в листьях брусники / И. Л. Крылова, Я. С. Трембля // Хим.-фарм. журнал. – 1976. – № 6. – С. 73–76.
3. Государственная фармакопея Ре-

спублики Беларусь. Т.2. Контроль качества вспомогательных веществ и лекарственного растительного сырья / Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении; под общ. ред. Г.В. Годовальникова. – Молодечно: Типография “Победа”, 2008. – 477 с.

4. Кузьмичева, Н. А. Изменчивость содержания рутина и лютеолин-7-гликозида в листьях ивы трехтычинковой / Н. А. Кузьмичева, А. С. Бовкун // Фундаментальные клинические и фармацевтические проблемы патологии человека. Сборник трудов сотрудников ВГМУ. – Выпуск 2. – Витебск, 2003. – С. 408–412.

5. Бузук, Г. Н. Влияние климатических и эдафических факторов на содержание флавоноидов в листьях *Salix sp.* / Г. Н. Бузук, Н. А. Кузьмичева // Материалы седьмого съезда фармацевтов Беларуси «Фармация XXI века». – Витебск, 2004. – С. 262–264.

6. Кузьмичева, Н. А. Влияние климатических факторов на содержание флавоноидов в листьях пойменных видов ив (*Salix sp.*) / Н. А. Кузьмичева // Вестник фармации. – 2009. – №4. – С. 21–32.

7. Кузьмичева, Н. А. Влияние экологических факторов на накопление лютеолин-7-гликозида в листьях ивы остролистной / Н. А. Кузьмичева // Шестой съезд фармацевтов Беларуси. Тезисы докладов. – Минск, 1999. – С. 137–138.

8. Бузук, Г. Н. Морфометрия лекарственных растений. 2. *Vaccinium myrtillus* L. Взаимосвязь морфологических признаков и химического состава / Г. Н. Бузук, Н. А. Кузьмичева, А. В. Руденко // Вестник фармации. – 2007. – №1. – С. 26–37.

9. Кузьмичева, Н. А. Корреляцион-

ные связи между морфологическими показателями и содержанием флавоноидов в листьях ивы остролистной и ивы трехтычинковой / Н. А. Кузьмичева // 40 лет фармацевтическому факультету. Сборник научных трудов, Витебск, 1999. – С. 115–126.

10. Горовцова, Ю. С. Взаимосвязь морфолого-химических параметров листьев ивы трехтычинковой с их положением на побеге / Ю. С. Горовцова, Н. А. Кузьмичева // Вестник фармации. – 2012. – №1. – С. 25–33.

11. Противовоспалительные свойства настоя листьев *Salix viminalis* L. // С. Г. Аксиненко [и др.] // Растительные ресурсы. – 2002. – Т.38, №1. – С. 108–111.

12. Кузьмин, В. Ю. Противовоспалительные эффекты извлечений из листьев ивы корзиночной: дис. ... канд. мед. наук. Томск, 2004. – 121 с.

13. Эпидемиологические факторы стрессзависимого поражения слизистой оболочки гастродуоденальной зоны у пациентов в послеоперационном периоде и у лиц, находящихся в критических состояниях / Е. А. Сорокина [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. – 2010. – №6. – С. 133–141.

**Адрес для корреспонденции:**

210023, Республика Беларусь,  
г. Витебск, пр. Фрунзе, 27,  
УО «Витебский государственный  
ордена Дружбы народов  
медицинский университет»,  
кафедра фармакогнозии  
с курсом ФПК и ПК,  
тел. раб.: 8(0212) 37-09-29,  
Кузьмичева Н. А.

Поступила 20.02.2015 г.

**Е. Г. Пиранер, Г. Н. Бузук**

## ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ТРАВЫ ШЛЕМНИКА ОБЫКНОВЕННОГО

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет

*Изучены микроскопические признаки травы шлемника обыкновенного. Основными микроскопическими признаками, имеющими диагностическое значение, являются тип устьичного аппарата, строение эфиромасличных железок, волосков листьев, стебля, лепестка венчика, чашелистика.*

*Ключевые слова: шлемника обыкновенного трава, микроскопическое исследование, анатомо-диагностические признаки.*