

УДК 665.12:582.711.714

## СОСТАВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ЛИПИДОВ ВЕГЕТАТИВНОЙ ЧАСТИ MALUS BACCATA

Петухова М.С., Рубчевская Л.П.

ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»,  
Красноярск, e-mail: pk@sibstu.kts.ru.

*Malus baccata* широко распространена в Сибири: от Алтайского края до Тихого океана. Своей популярностью она обязана высокой зимостойкости и плодovitости. Актуальность проводимой работы состоит в том, что применение вегетативной части растения ограничено вследствие недостатка сведений о ее химическом составе. Целью представленной работы является изучение жирнокислотного состава липидов вегетативной части *Malus baccata*. Полученные данные показывают, что древесную зелень *Malus baccata* целесообразно использовать для получения экстрактов с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот.

**Ключевые слова:** жирные кислоты, липиды, вегетативная часть, древесная зелень

## STRUCTURE OF FAT ACIDS OF LIPIDS VEGETATIVE PART MALUS BACCATA

Petuhova M.S., Rubchevskaya L.P.

Krasnoyarsk Siberian state technological university, Krasnoyarsk, e-mail: pk@sibstu.kts.ru.

*Malus baccata* widespread in Siberia: from Altay territory to Pacific ocean. She is obliged by the popularity of high winter hardiness and fruitfulness. The urgency of spent work consists that application of a vegetative part of a plant is limited owing to a lack of data on its chemical compound. In the presented work results of research of fat acids of lipids of the vegetative part *Malus baccata* are resulted. The purpose of the presented work is studying of fat acids of lipids of the vegetative part *Malus baccata*, is defined during vegetation. The obtained data shows that wood greens *Malus baccata* are expedient for preparing for reception from it extracts with the high maintenance of irreplaceable nonsaturated fat acids.

**Keywords:** fat acids, vegetative part, lipids, wood greens

В настоящее время в условиях рыночных отношений предприятиям пищевой и парфюмерно-косметической промышленности России необходимо постоянно расширять ассортимент и повышать качество выпускаемой продукции. Это требует вовлечения в производство новых видов сырья. В настоящее время при расширении сырьевой базы особый акцент делается на использование местных источников сырья.

Семейство Rosaceae широко представлено на территории Сибири, видовой состав которого разнообразен. Среди Rosaceae интерес представляет род *malus*, и в частности, один из его видов – *Malus baccata*, который является одним из самых зимостойких сортов в Сибири. Деревья сравнительно долговечны, даже в Восточной Сибири есть плодоносящие деревья в возрасте более 30 лет. Растение обладает хорошей восстановительной способностью. Несмотря на то, что *Malus baccata* широко распространена в сибирском регионе и имеет высокое содержание витаминов, каротина, сахаров, пектиновых веществ, растение до сих пор в пищевой и парфюмерно-косметической промышленности используется недостаточно [1–3].

Вовлечение этого растения в производство натуральных растительных экстрактов позволит расширить ассортимент выпускаемой продукции пищевой и парфюмерно-косметической промышленности и отказать от целого ряда синтетических

импортных добавок. Биологическую активность экстрактов, получаемых при переработке растительного сырья, определяет состав жирных кислот липидов. Жирные кислоты улучшают структуру кожи и волос, снижают артериальное давление, способствуют профилактике артрита, понижают уровни холестерина и триглицеридов, уменьшают риск тромбообразования, оказывают положительное воздействие при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, кожных заболеваниях, требуются для нормального развития и функционирования мозга.

Липиды являются важным компонентом энергетического обмена в растительных клетках. Биологическая активность липидов зависит от состава жирных кислот. Наиболее важное значение имеют незаменимые жирные кислоты, которые входят в состав клеточных мембран. Поскольку липиды вегетативной части *Malus baccata* до настоящего времени не изучались, представляется важным установить их состав.

**Целью представленной работы** является изучение жирнокислотного состава липидов вегетативной части *Malus baccata* – листьев, побегов и зрелых плодов, отобранных в период вегетации (с мая по сентябрь).

### Материалы и методы исследования

Отбор проб для исследования проводили в пригородной зоне г. Красноярска. Для выбора опытных площадок и модельных растений использовали ме-

тоды, принятые в ботанических исследованиях [4]. Такой подход обеспечивает необходимую представительность проб растительного сырья. Биомассу высушивали по условиям, предусмотренным Государственной фармакопеей [5]. Липиды экстрагировали смесью растворителей хлороформ-изопропанол в соотношении 1:1. Метилловые эфиры жирных кислот (МЭЖК) получали согласно методике, изложенной в [6, 7]. МЭЖК анализировали на хромато-масс-спектрометре Agilent 5975 Inert (Agilent, США).

### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследований представлены в табл. 1–3.

**Таблица 1**

Состав жирных кислот липидов листьев  
*Malus baccata*

Наименование кислот	Содержание, % от суммы кислот		
	май	июль	сентябрь
C <sub>12:0</sub>	0,06	0,10	0,13
C <sub>14:0</sub>	0,40	0,38	0,53
C <sub>15:0</sub>	0,09	0,08	0,08
C <sub>15:1</sub>	0,04	–	Следы
C <sub>16:0</sub>	20,36	24,78	17,32
C <sub>16:1</sub>	1,61	1,42	0,11
C <sub>16:2</sub>	0,02	0,24	0,07
C <sub>16:3</sub>	0,47	0,59	0,51
C <sub>17:0</sub>	0,53	0,86	0,66
C <sub>18:0</sub>	4,23	5,83	4,77
C <sub>18:1</sub>	14,86	6,37	3,7
C <sub>18:2</sub>	14,96	14,87	12,71
C <sub>18:3</sub>	32,49	37,68	48,98
C <sub>19:0</sub>	0,16	0,36	0,26
C <sub>20:0</sub>	3,05	2,24	1,59
C <sub>20:1</sub>	0,25	0,12	0,04
C <sub>20:3</sub>	0,23	0,19	0,24
C <sub>21:0</sub>	0,29	0,25	0,30
C <sub>22:0</sub>	1,72	1,22	0,95
C <sub>24:0</sub>	2,20	1,45	0,98
C <sub>26:0</sub>	1,98	0,97	0,53
Всего предельных	35,07	38,52	28,1
Всего непредельных	64,93	61,48	66,36

В биомассе *Malus baccata* липиды количественно преобладают в листьях (0,23% к а.с.м.), в побегах (0,044% к а.с.м.) и плодах (0,21% к а.с.м.) этот показатель несколько ниже. В целом в вегетативной части наблюдается стабильное содержание липидов в процессе вегетации.

Данные табл. 1 показывают, что в составе жирных кислот листьев *Malus baccata* присутствуют кислоты ряда C<sub>12</sub>–C<sub>26</sub>.

Основную массу кислот листьев в течение всего периода вегетации составляют непредельные кислоты. Их количество уменьшается в июле месяце, затем в сентябре месяце увеличивается, достигая максимума 66,36%. Доминирующими среди них являются линолевая, линоленовая и олеиновая кислоты.

**Таблица 2**

Состав жирных кислот липидов побегов  
*Malus baccata*

Наименование кислот	Содержание, % от суммы кислот		
	май	июль	сентябрь
C <sub>8:0</sub>	0,04	–	следы
C <sub>9:0</sub>	–	0,02	следы
C <sub>10:0</sub>	0,06	0,01	следы
C <sub>11:0</sub>	–	0,05	–
C <sub>12:0</sub>	0,36	0,48	0,18
C <sub>13:0</sub>	–	0,03	следы
C <sub>14:0</sub>	0,64	0,90	0,42
C <sub>15:0</sub>	0,30	0,38	0,25
C <sub>15:1</sub>	0,18	0,16	0,08
C <sub>16:0</sub>	17,93	24,89	18,67
C <sub>16:1</sub>	0,23	0,19	0,41
C <sub>16:2</sub>	–	0,01	0,03
C <sub>17:0</sub>	1,67	1,29	0,89
C <sub>17:1</sub>	–	–	0,12
C <sub>18:0</sub>	5,37	5,42	4,02
C <sub>18:1</sub>	5,57	8,93	4,38
C <sub>18:2</sub>	24,45	19,55	26,74
C <sub>18:3</sub>	12,62	15,59	23,17
C <sub>19:0</sub>	0,79	0,54	0,39
C <sub>20:0</sub>	3,99	3,48	2,45
C <sub>20:1</sub>	–	0,24	0,13
C <sub>20:2</sub>	–	–	0,16
C <sub>20:3</sub>	–	0,08	0,14
C <sub>21:0</sub>	0,99	0,56	0,59
C <sub>22:0</sub>	7,55	4,84	4,32
C <sub>23:0</sub>	–	0,77	0,76
C <sub>24:0</sub>	9,78	6,35	5,80
C <sub>26:0</sub>	6,81	3,83	3,29
Всего предельных	56,95	53,48	42,03
Всего непредельных	43,05	44,75	55,36

Среди жирных кислот особенно важны линолевая и линоленовая. По физиологическому действию на организм линолеовую кислоту считают основной [11]. По биологической активности линолевая кислота превышает линоленовую в 8–10 раз [9–11].

В листьях *Malus baccata* в ходе вегетации происходит увеличение содержания линоленовой кислоты и на ее долю в сентябре месяце приходится около 70% (от суммы непредельных кислот). Количество линолеовой кислоты в процессе вегетации уменьшается от 14,96% в мае до 12,71% в сентябре. Содержание олеиновой кислоты в процессе вегетации также снижается с 14,86 до 3,7%.

Среди предельных кислот основными являются пальмитиновая, стеариновая, арахидовая, бегеновая, лигноцеридовая и церотиновая кислоты. Содержание этих кислот в период с мая по сентябрь уменьшается.

Жирнокислотный состав побегов *Malus baccata*, как видно из табл. 2, отличается от такового листьев. В его состав входят кислоты ряда C<sub>8</sub>–C<sub>26</sub>.

Основную массу жирных кислот побегов в период с мая по июль составляют предельные кислоты, в сентябре преобладают непредельные жирные кислоты (55,36%). На протяжении всего периода вегетации наблюдается рост содержания непредельных жирных кислот и уменьшение количества предельных. Доминирующими среди предельных кислот побегов *Malus baccata* являются пальмитиновая, стеариновая, арахидовая, бегеновая, лигноцеридовая и церотиновая кислоты.

Среди непредельных кислот более половины приходится на линолеовую кислоту на протяжении всего периода вегетации. Количество линоленовой кислоты возрастает в течение вегетации и достигает максимального значения в сентябре (23,17%). Содержание олеиновой в 2–6 раза меньше, чем линолеовой, количество олеиновой кислоты возрастает с мая по июль, а в сентябре месяце снижается до минимального значения (4,38%).

В плодах основную долю кислот составляют непредельные кислоты, среди которых преобладают олеиновая и линолевая кислоты. Количество линоленовой кислоты вдвое ниже, чем линолеовой.

В составе предельных кислот основными являются пальмитиновая и стеариновая. Их содержание составляет 70% от общего количества предельных кислот.

Различия в составе кислот в разных частях растения в ходе вегетации связаны с накоплением непредельных кислот к периоду покоя в побегах растения и предпочтительным их расходом в весенне-летний период. В листьях же и плодах, напротив, в процессе их развития наблюдается накопление непредельных кислот и уменьшение количества насыщенных кислот [11,12].

**Заключение**

Таким образом, представленные данные позволяют констатировать, что вегетативную часть *Malus baccata* целесообразно использовать для получения экстрактов с высоким содержанием незаменимых ненасыщенных жирных кислот, что свидетельствует о перспективности вовлечения их в производство продуктов парфюмерно-косметической и пищевой промышленности.

**Список литературы**

1. Горбунов А.Б., Васильева В.Н., Смагин В.С. Дикорастущие и культивируемые в Сибири ягодные и плодовые растения. – Новосибирск: Наука, 1980. – 264 с.

**Таблица 3**  
Состав жирных кислот липидов зрелых плодов *Malus baccata*

Наименование кислот	Содержание, % от суммы кислот	
	Сентябрь	
C <sub>12:0</sub>	0,08	
C <sub>14:0</sub>	0,25	
C <sub>15:0</sub>	0,10	
C <sub>16:0</sub>	17,12	
C <sub>16:1</sub>	0,23	
C <sub>17:0</sub>	0,48	
C <sub>17:1</sub>	0,09	
C <sub>18:0</sub>	7,33	
C <sub>18:1</sub>	24,54	
C <sub>18:2</sub>	27,46	
C <sub>18:3</sub>	12,69	
C <sub>20:0</sub>	2,35	
C <sub>20:1</sub>	0,30	
C <sub>22:0</sub>	1,38	
C <sub>24:0</sub>	2,50	
C <sub>26:0</sub>	2,21	
Всего предельных	33,80	
Всего непредельных	65,31	

2. Васильева В.Н. Яблоня в сибирском саду. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. – 102 с.
3. Скибинская А.М. Сорты яблони в Сибири: (помологическое описание). – Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1969. – 215 с.
3. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. – М., 1991. – 340 с.
4. Государственная фармакопея СССР. – 11-е изд. – М., 1989. – Т. 2. – 389 с.
5. Новицкая Г.В., Рущая Л.А. Количественное определение липидов мембран хлоропластов // Физиология растений. – 1976. – Т. 23. – С. 899–905.
6. Кейтс М. Техника липидологии. – М.: Мир, 1975. – 322 с.
7. Лобанов В.Г., Щербин В.В. Оптимальный жирнокислотный состав пищевых растительных масел // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2003. – № 4. – С. 21–23.
8. Физиология человека: пер. с англ. / под ред. Р. Шмидта и Ч. Тевса. – М.: Мир, 1996. – 198 с.
9. Скурихин И.М., Нечаев А.П. Всё о пище с точки зрения химика: Справ. издание. – М.: Высш. шк., 1991. – 288 с.
10. Блукет Н.А., Емцев В.Т. Ботаника с основами физиологии растений и микробиологии. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1974. – 560 с.
11. Крегович В.Л. Биохимия растений. – М.: Высш. шк., 1986. – 503 с.
3. Skibinskaya A.M. *Sorta yabloni v Sibiri: (pomologicheskoe opisanie)*. Novosibirsk: Zap.-sib.kn.izd-vo, 1969. 215 p.
4. Zaycev G.N. *The mathematicheskiy analis biologicheskikh dannykh*. M., 1991. 340 p.
5. Gosudarstvennaya farmacopoeia SSSR. 11-e izd. M, 1989. T. 2. 389 p.
6. Novitskaya G.V., Rutsкая L.A. *Kolichestvennoe opredelenie lipidov membran chloroplastov – Physiologiya rasteniy*. 1976. T. 23. pp. 899–905.
7. Keyts M. *Technika lipidologii*. M.: Mir, 1975. 322 p.
8. Lobanov V.G., Scherbin V.V. *Optimalnyy zhirnokislomny sostav pischevykh rastitelnykh masel – Izv. vuzov. Pischevaya tekhnologiya*. 2003. no. pp. 21–23.
9. *Fiziologiya cheloveka* // pod red. R. Shmidta i Ch. Tevsa / per. s angl. M.: Mir, 1996. 198 p.
10. Skurikhin I.M., Nechaev A.P. *Vse o pische s tochki zreniya khimika: Sprav. izdanie*. M.: Vysch. shk., 1991. 288 p.
11. Bluket N.A., Emtsev V.T. *Botanika s osnovami fiziologii rasteniy i mikrobiologii*. Izd. 2-e, pererab. i dop. M.: Vysch. shk., 1974. 560 p.
12. Kretovich V.L. *Biokhimiya rasteniy*. M.: Vysch. shk., 1986. 503 p.

### References

1. Gorbunov A.B., Vasileva V.N., Smagin V.S. *Dikoras-tuschie i kultiviruemye v Sibiri yagodnye i plodovye rasteniya*. Novosibirsk: the Nauka, 1980. 264 p.
2. Vasileva V.N. *Yablonya v sibirskom sadu*. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 1997. 102 p.

### Рецензенты:

- Лоскутов С.Р., д.х.н, зам. директора по науке Института леса и древесины им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск.  
 Величко Н.А., д.т.н., профессор, директор института пищевых производств ФГБОУ ВПО КрасГАУ, г. Красноярск.  
 Работа поступила в редакцию 29.02.2012.