

Литература

1. Low-temperature extremophiles and their applications / R. Cavicchioli [et al.] // Curr. Opin. Biotechnol. – 2002. – № 13. – P. 253–261.
2. *Arthrobacter livingstonensis* sp. nov. and *Arthrobacter cryotolerans* sp. nov., salt-tolerant and psychrotolerant species from Antarctic soil / L. Ganzert [et al.] // Int J Syst Evol Microbiol. – 2011. – 61(Pt 4). – P. 979–984.
3. Some like it cold: Biocatalysis at low temperatures / D. Georgette [et al.] // FEMS Microbiol. Rev. – 2004. – № 28. – P. 25–42.
4. Kamakshi, J. Study of multi enzymes producing *Acenitobactor* sp. KJ02 isolated from Badrinath region of Uttarakhand Himalaya / J. Kamakshi [et al.] // Asian. J. Microbiol. Biotechnol. Environ. Sci. – 2010. – № 12. – P. 15–21.
5. Extremophiles: A Novel Source of Industrially Important Enzymes / L. Kumar [et al.] // Biotechnology – 2011. – № 10. – P. 121–135.
6. Characterization of a highly stable cysteine protease of a newly isolated *Bacillus* sp. LK-11 from Uttarakhand Himalaya / L. Kumar [et al.] // J. Pharm. Res. – 2011. – № 4 – P. 854–858.
7. Margesi R., Schinner F. Properties of cold-adapted microorganisms and their potential role in biotechnology // Journal of Biotechnology. – 1994. – Vol. 33. – Issue 1. – P. 1–14.
8. Cold-Adapted Microorganisms: Adaptation Strategies and Biotechnological Potential / R. Margesi [et al.] // The Encyclopedia of Environmental Microbiology, Bitton, G. (Ed.). – New York: John Wiley and Sons. – 2002. – P. 871–885.
9. Russell N.J. Molecular adaptations in psychrophilic bacteria: potential for biotechnological applications // Adv. Biochem. Eng. Biotechnol. – 1998. – Vol. 61. – P. 1–21.
10. Russell N.J. Membrane Components and Cold Sensing // Psychrophiles: from biodiversity to biotechnolog. – 2008. – Vol. 3. – P. 177–190.
11. Siddiqui K.S., Cavicchioli R. Cold-adapted enzymes // Annual Review of Biochemistry. – 2006. – Vol. 75. – P. 403–433.
12. *Arthrobacter psychrochitiniphilus* sp. nov., a psychrotrophic bacterium isolated from Antarctica / F. Wang, Y. Gai, M. Chen [et al.] // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology – 2009. – № 59. – P. 2759–2762.
13. *Arthrobacter alpinus* sp. nov., a psychrophilic bacterium isolated from alpine soil / D.C. Zhang [et al.] // Int J Syst Evol Microbiol. – 2010. – 60(9). – P. 2149–2153.



УДК 581.5.582.734

О.А. Стародуб, Л.Н. Меняйло

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАКОПЛЕНИЯ ВИТАМИНОВ В ПЛОДАХ РОЗЫ МАЙСКОЙ (*R. MAJALIS HERRM.*) И РОЗЫ ИГЛИСТОЙ (*R. ACICULARIS L.*) РАЗНЫХ МЕСТ ПРОИЗРАСТАНИЯ

Изучено влияние абиотических экологических факторов на накопление витаминов в плодах шиповников двух видов, произрастающих в разных климатических условиях Красноярского края. Обсуждаются защитные свойства витаминов аскорбиновой кислоты, дегидроаскорбиновой кислоты, рутина, токоферола и каротина в формировании устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Ключевые слова: роза майская, роза иглистая, химический состав, биологически активные вещества, аскорбиновая кислота, дегидроаскорбиновая кислота, рутин, каротин, токоферол, природные антиоксиданты.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF VITAMIN ACCUMULATION IN THE FRUIT OF ROSE DE MAI (*R. majalis* Herrm.) AND PRICKLY ROSE (*R. acicularis* L.) FROM VARIOUS PLACES OF GROWTH

Abiotic ecological factor influence on vitamin accumulation in the dog rose fruit of two species which grow in various climatic conditions in Krasnoyarsk region is studied. Protective properties of the vitamins of ascorbic acid, dehydroascorbic acid, rutin, tocopherol and carotin in formation of plant sustainability to the negative environmental factors are discussed.

Key words: *Rose de Mai, Prickly rose, chemical composition, biologically active substances, ascorbic acid, dehydroascorbic acid, rutin, carotin, tocopherol, natural antioxidants.*

Среди дикорастущих видов шиповника, произрастающих в условиях Красноярского края, доминирующее положение занимают роза майская (*R. majalis* Herrm.) и роза иглистая (*R. acicularis* L.) [7]. Показано, что химический состав плодов разных видов шиповника неравноценен и зависит от комплекса влияющих на него в конкретном местопроизрастании абиотических экологических факторов.

Изучение дикорастущих шиповников представляет большое теоретическое и практическое значение. Плоды шиповника обладают лечебными свойствами и являются богатым источником биологически активных веществ, уровень которых во многом зависит от комплекса внешних экологических факторов [6, 8, 10]. Морфологические аспекты адаптации растений к абиотическим факторам среды изучены с достаточной полнотой [1, 9], биохимические – недостаточно.

Знание видового состава и эколого-биохимических особенностей шиповников является основой рационального использования дикорастущего растительного сырья.

Цель настоящего исследования – изучение влияния экологических факторов на накопление некоторых витаминов в плодах шиповников *R. majalis* Herrm. и *R. acicularis* L., произрастающих в разных природно-климатических условиях Красноярского края, с целью рационального использования природных растительных ресурсов региона.

В работе исследуемым популяциям шиповника разных природно-климатических зон края дано название административных районов, на территории которых проводились исследования: подтайга предгорья Западного Саяна – Ермаковский район, лесостепная зона – Емельяновский район, подзона южной тайги – Енисейский район.

О влиянии абиотических экологических факторов на содержание аскорбиновой кислоты (АК) имеется множество работ, но мнения авторов зачастую противоречивы. В нашей работе показано, что неблагоприятные условия вегетационного периода, а также продвижение растений шиповника в более суровые по климату северные районы способствует повышению интенсивности биосинтеза АК. Различия по содержанию АК в плодах достоверны по годам, районам и по видам. В зависимости от места и условий произрастания шиповников среднее значение АК варьируется в следующих границах: роза майская – 1510–1755 мг%, роза иглистая – 1814–2345 мг% (рис. 1).

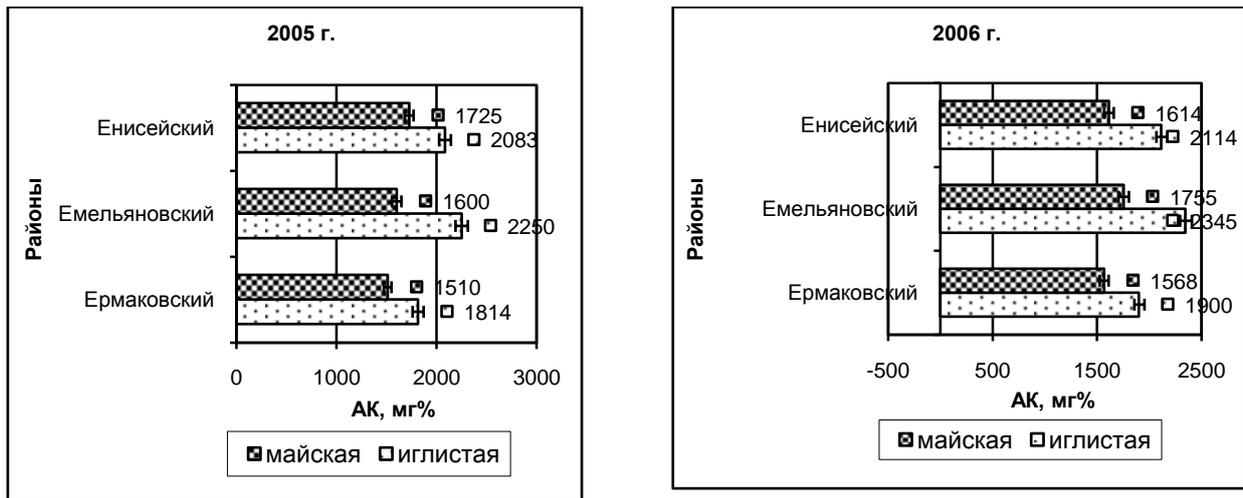


Рис. 1. Содержание АК в плодах розы майской и розы иглистой

Максимум этого вещества установлен в плодах шиповников Емельяновского района (2006 г.): роза майская – 1755 мг%, роза иглистая – 2345 мг%.

Ответная реакция растительного организма на понижение температуры воздуха и превышение нормы количества осадков в период формирования и созревания плодов в 2006 году – увеличение содержания АК в плодах (в среднем на 35–70 мг%). При продвижении растений шиповников в северные широты и связанное с этим ухудшение условий произрастания сопровождается повышением уровня АК в плодах. Это подтверждает участие АК в биохимической адаптации растений к неблагоприятным экологическим факторам среды.

Количество окисленной формы АК – дегидроаскорбиновой кислоты (ДАК), характеризует физиологическое состояние растений. В плодах изучаемых шиповников крайние значения ДАК варьируются в очень широких пределах – от 57 до 412 мг%, при этом ДАК составляет в среднем 4,3–16,1% от количества АК.

В большинстве случаев отличие по содержанию ДАК в плодах достоверно. В 2006 году уровень ДАК в плодах выше по сравнению с 2005 годом, этот факт указывает на увеличение окислительного стресса в растениях при ухудшении условий. В направлении от южной к северной популяции содержание дегидроформы в плодах растет, что подтверждает защитные свойства АК, выполняющей функцию природного антиоксиданта (рис. 2).

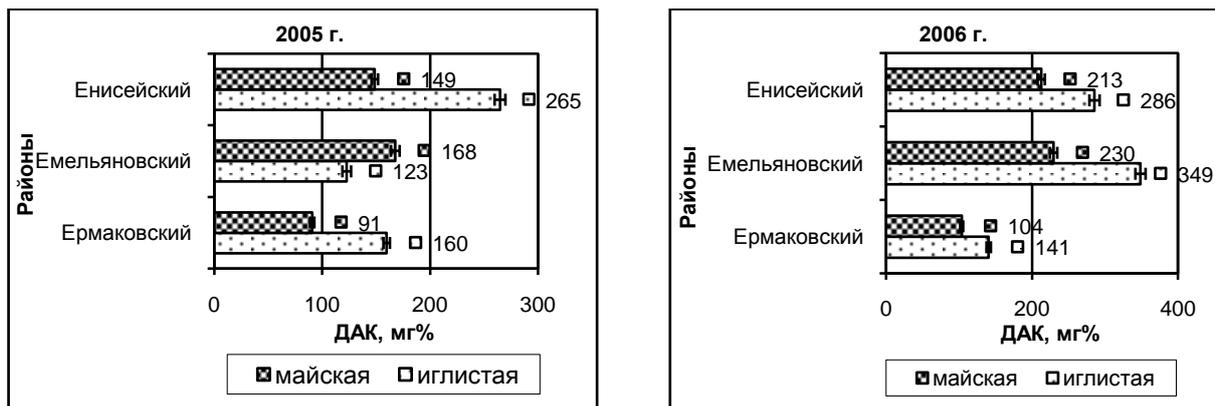


Рис. 2. Содержание ДАК в плодах розы майской и розы иглистой

Возможно, кратковременное воздействие низкой температуры в период созревания плодов снизило скорость биохимических реакций и привело к необратимому окислению ДАК до аскорбиногена [5].

На уровне видов установлено, что плоды розы иглистой характеризуются более высоким содержанием АК, ДАК, разница в среднем составляет 1,3 раза. Полагаем, что высокий уровень АК и ДАК может служить индикатором устойчивости вида к неблагоприятным условиям произрастания.

Содержание рутина (витамина Р) в плодах розы майской варьирует от 13,5 до 32,7 мг%, розы иглистой – от 12,2 до 20,7 мг%, отличия достоверны. В 2005 году накопление рутина в плодах проходило интен-

сивнее по сравнению с 2006 годом. По-видимому, этому способствовала умеренно влажная, теплая и солнечная погода вегетационного периода 2005 года. На межпопуляционном уровне по данному показателю наблюдается увеличение содержания рутина в плодах к северу и югу от Емельяновской лесостепи. Наиболее высокое значение рутина определено в плодах розы майской южной тайги и горной лесостепи – 32,7 и 24,1 мг% соответственно (2005 г.), минимальное – в плодах шиповников лесостепной зоны – в среднем 14,4 мг%. Вероятней всего это объясняется установленными ранее антиоксидантными свойствами и способностью фенольных соединений поглощать свет в коротковолновой части спектра (280–320 нм), оказывающей губительное влияние на растительные организмы [4]. Результаты наших исследований подтверждают защитную функцию рутина от окислительных стрессов и действия жесткой ультрафиолетовой радиации. Этот факт дает основание считать, что свет оказывает влияние на биосинтез витамина Р в растительных организмах, а рутин играет определенную роль в приспособлении растений к воздействию экологических факторов внешней среды.

Уровень рутина в плодах розы майской выше в среднем в 1,5 раза и варьируется в большей степени по сравнению с розой иглистой.

Плоды исследуемых видов шиповника характеризуются широкой амплитудой колебания по содержанию каротина (провитамина А) – 5,5–47,7 мг%. По годам, районам и в большинстве случаев между видами отличия по содержанию каротина в плодах шиповников достоверны.

В типичный для края по климатическим условиям 2005 год прослеживается рост уровня каротина в плодах шиповника в южном направлении, в 2006 году эта тенденция несколько нарушена (рис. 3).

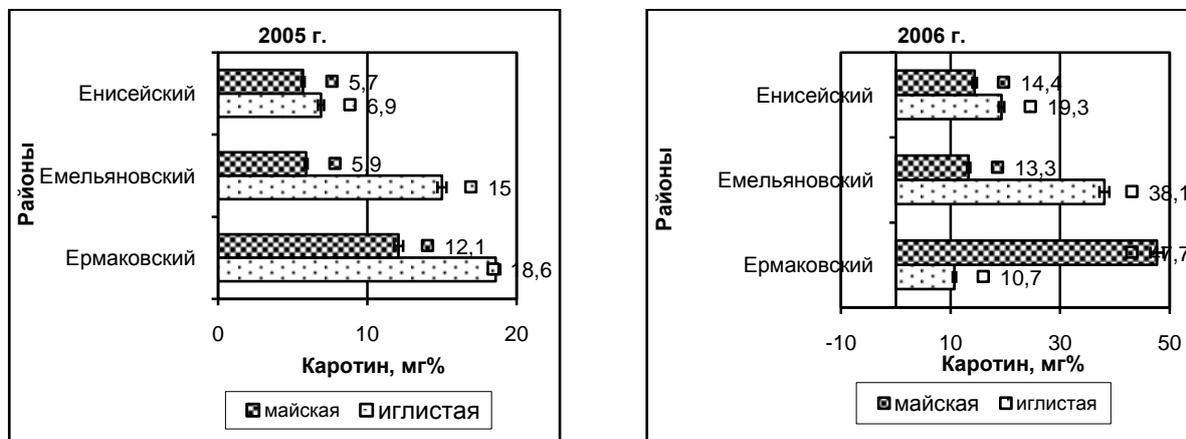


Рис. 3. Содержание каротина в плодах розы майской и розы иглистой

Это связано с тем, что каротиноиды выполняют функцию фотопротекторов – защищают хлорофилл от фотоокисления на слишком ярком свете и подавляют процесс накопления возбужденного синглетного кислорода, препятствуя, таким образом, окислительному стрессу. Плоды розы иглистой отличаются более высоким содержанием каротина (в среднем в 2 раза), однако невыясненным пока остается факт накопления розой майской в условиях горной лесостепи Ермаковского района максимального количества каротина (47,7 мг%) в неблагоприятный 2006 год.

Содержание токоферола (витамина Е) в плодах шиповников определено в пределах 22,7–39,5 мг%, отличия достоверны по районам исследования и по видам. Максимальное количество соответствует плодам, произрастающим в зоне южной тайги Енисейского района: роза майская – 36,3 мг%, роза иглистая – 39,5% (рис. 4).

Сопоставление результатов по данному признаку на межпопуляционном уровне обнаруживает тенденцию увеличения количества токоферола в плодах по мере ухудшения условий произрастания, т.е. в северном направлении.

Вероятно, это объясняется тем, что витамин Е – один из самых сильных природных антиоксидантов, препятствующих окислению полиненасыщенных жирных кислот, повышая устойчивость растений к низким температурам и другим неблагоприятным факторам [2, 3].

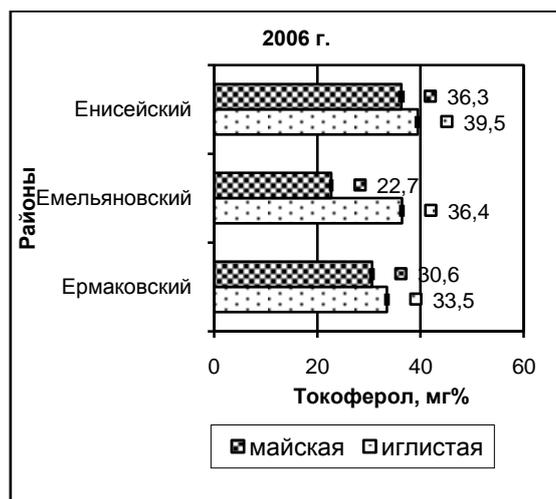


Рис. 4. Содержание токоферола в плодах розы майской и розы игольной

Сравнительный анализ содержания витамина Е в плодах двух видов шиповника показал, что роза игольная характеризуется более высокой способностью накапливать витамин Е, что может служить индикатором устойчивости вида.

Установлено, что плоды розы игольной характеризуются более высоким содержанием АК и ДАК, отличия можно использовать как дополнительный диагностический признак; содержание рутина выше в плодах розы майской, наблюдается биклиальность – увеличение рутина в плодах в северном и южном направлении от Емельяновского района; в зависимости от условий произрастания содержание каротина в плодах может колебаться более чем в 3 раза, на межпопуляционном уровне определена клиальность в южном направлении и плоды розы игольной отличаются более высоким содержанием каротина; роза игольная характеризуется более высокой способностью накапливать витамин Е в плодах, чем роза майская, на межпопуляционном уровне установлена клиальность – с продвижением растений на север количество каротина в плодах возрастает. Обсуждаются защитные свойства витаминов аскорбиновой кислоты (АК), дегидроаскорбиновой кислоты (ДАК), рутина (витамина Р), токоферола (витамина Е) и каротина (провитамина А) в формировании устойчивости.

Литература

1. Васильева О.Ю. Особенности онтоморфогенеза видов и форм роз в Западной Сибири // Materials of 9th Intern. conf. In Horticulture. Lednice, Czech Republic. – 2001. – Vol. 3. – P. 625–630.
2. Гичев Ю.Ю., Гичев Ю.П. Руководство по биологически активным пищевым добавкам. – М.: Триада-Х, 2001. – 232 с.
3. Жунгвету Г.И., Жунгвету И.И. Химическая экология высших растений. – Кишинев: Штиинца, 1991. – 334 с.
4. Лобанова А.А., Будаева В.В., Сакович Г.В. Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья // Химия растительного сырья. – 2004. – № 1. – С. 47–52.
5. Пайбердин М.В., Шиповник. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 156 с.
6. Петрова В.П. Дикорастущие плоды и ягоды. – М.: Лесная пром-сть, 1987. – 248 с.
7. Черепнин В.Л. Пищевые растения Сибири. – Новосибирск: Наука, 1987. – 186 с.
8. Шанина Е.В., Рубчевская Л.П. *Rosa acicularis* – источник витаминов // Химия растительного сырья. – 2003. – № 1. – С. 65–67.
9. Шанцер И.А., Ю.Г. Климова Анализ изменчивости шиповников из родства *Rosa majalis* L. в Европейской части России // Бюл. гл. бот. сада РАН. – 2001. – Вып. 181. – С. 53–71.
10. Широко Т.С., Радюк А.Ф. Химический состав плодов видов *Rosa* L., выращиваемых в Белоруссии // Растительные ресурсы. – 1991. – Т. 27, вып. 2. – С. 59–66.