NAISL
Volume3, Number 3, 2019
Pages: 05-11
Print ISSN: 2588-6401
Online ISSN: 2588-641X
Website: shaajournal.msrt.ir

Anthocyanins: from source to consumption

Zahra Baraty[1], Javad Feizy[2*]

Abstract

Anthocyanins are natural pigments and have plant origin that known as antioxidant compounds. According to increasing interest to use food product base organic materials, anthocyanin as natural pigments has its own consumer attractions in food industry. In addition, anthocyanin has been considered for increasing use medicinal plant to treatment of diseases and that anthocyanins has useful therapeutic properties such as reducing coronary heart disease, inhibit obesity, preventing Alzheimer, anti-cancer and improving psychological behaviors. Anthocyanin is natural materials and are classified as secondary metabolites and belong to the family of flavonoids. Anthocyanins are water-soluble pigments. Anthocyanins depending on their environmental pH, appear various colors as red, purple, blue or black to many fruits, vegetables and flowers. Anthocyanins have different types that differ in the position of hydroxyl or methyl groups or in the number and position and acetylation of sugars in their structures. These attractive and useful pigments are highly sensitive to environmental factors including environmental pH, light, temperature, concentration and even presence of other chemicals in the environment such as oxygen, metal ions and enzymes and are subject to change. So now extensive research on the subject of stabilization of this compound is being investigated and performed. In this study, we investigated the sources of anthocyanins chemical structure, types of anthocyanins, their applications in the food and pharmaceutical industries, and methods for measuring anthocyanins.

Key Words:

Anthocyanins, Natural pigments, Source, Analysis, Chemical structure

(*) Corrosponding author
1. MSc of analytical chemistry, Payam Noor University, Mashhad, Iran.
E-mail: zahrabaratym@gmail.com
Tel: 05135425371
2. Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran.
E-mail: j.Feizy@rifst.ac.ir
Tel: 05135425371

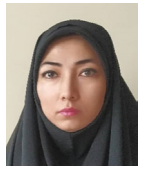
نشریه رویکردهای نوین در آزمایشگاه‌های علمی ایران
سال سوم، شماره ۳، ۱۳۹۸
صفحات: ۱۱-۰۵
شاپای چاپی: ۶۴۰۱-۲۵۸۸
شاپای الکترونیکی: ۶۴۱X-۲۵۸۸
وب‌سایت: shaajournal.msrt.ir

آنتوسیانین‌ها: از منبع تا مصرف

زهرا براتی[۱]، جواد فیضی[۲*]

چکیده

آنتوسیانین‌ها رنگ‌دانه‌های طبیعی با منشا گیاهی هستند که به عنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدان شناخته شده‌اند. با توجه به علاقه روزافزون به مصرف فراورده‌های غذایی بر پایه مواد طبیعی، آنتوسیانین‌ها به عنوان رنگ‌دانه‌های طبیعی دارای جاذبه‌های مصرفی خاص خود در صنایع غذایی هستند. علاوه براین به دلیل افزایش مصرف گیاهان دارویی در درمان بیماری‌ها و اینکه آنتوسیانین‌ها دارای خواص مفید درمانی همچون کاهش بیماری‌های کرونری قلب، پیشگیری از چاقی، پیشگیری از آلزایمر، ضد سرطان و بهبود دهنده رفتارهای روان‌شناختی هستند، مورد توجه قرار گرفته‌اند. این ترکیبات در گروه متابولیت‌های ثانویه قرار داشته و متعلق به خانواده فلاونوئیدها هستند. آنتوسیانین‌ها رنگدانه‌های محلول در آب هستند. آنتوسیانین‌ها بسته به pH محیطی که در آن قرار دارند رنگ‌های متفاوتی از قرمز، بنفش و آبی را در بسیاری از میوه‌ها، سبزی‌ها و گل‌ها ایجاد می‌کنند. آنتوسیانین‌ها انواع مختلفی دارند که با یکدیگر از نظر موقعیت گروه‌های هیدروکسیل یا متیل و یا به وسیله تعداد، موقعیت و آسیله شدن قندهای موجود در ساختارهایشان تفاوت دارند. این رنگ‌دانه‌های جذاب و مفید به شدت به عوامل محیطی از جمله pH محیط، نور، دما، غلظت و حتی حضور دیگر ترکیبات شیمیایی موجود در محیط مانند اکسیژن، یون‌های فلزی و آنزیم‌ها حساس بوده و دچار تغییرات می‌شوند. از این رو درحال حاضر تحقیقات و پژوهش‌های گسترده‌ای با موضوع پایدارسازی این ترکیبات در حال بررسی و انجام است. در این مطالعه به بررسی منابع آنتوسیانین ساختار شیمیایی، انواع آنتوسیانین، کاربردهای آن در صنایع غذایی و دارویی و روش‌های اندازه‌گیری آن‌ها پرداخته شده است.


زهرا براتی

جواد فیضی

واژگان کلیدی:

آنتوسیانین،
رنگ‌دانه طبیعی،
منبع،
آنالیز ،
ساختار

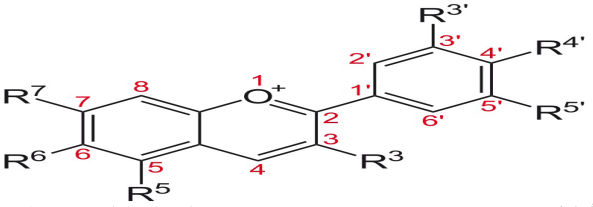
(*) مسئول مکاتبات.
۱. کارشناس ارشد شیمی تجزیه، دانشگاه پیام نور، مشهد، ایران.
ایمیل: zahrabaratym@gmail.com
تلفن:۰۵۱۳۵۴۲۵۳۷۱
۲. رئیس آزمایشگاه مرکزی و استادیار گروه ایمنی و کنترل کیفیت مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد،ایران.
ایمیل: j.Feizy@rifst.ac.ir
تلفن: ۰۵۱۳۵۴۲۵۳۷۱

۱ مقدمه

واژه آنتوسیانین از دو کلمه یونانی آنتو (anthos) به معنای گیاه و (kianos) آبی مشتق شده و مهم‌ترین رنگ‌دانه گیاهان آوندی و از ترکیبات طبیعی هستند. بعد از کلروفیل‌ها مهم‌ترین رنگ دانه‌های طبیعی آنتوسیانین‌ها هستند که غیرسمی و محلول در آب بوده و به صورت گسترده در مایعات سلول‌های گیاهی وجود دارند. این رنگ‌دانه‌ها که جزء خانواده‌ی فلاونوئیدها هستند مسئول رنگ‌های قرمز، آبی، بنفش و سیاه در بسیاری از اندام‌های گیاهی مانند میوه، برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌ها می‌باشند(۲). آنتوسیانین‌ها دارای ظاهری جذاب و پررنگ‌تر نسبت به رنگ‌های مصنوعی هستند، دارای خصوصیات آنتی اکسیدانی بوده و می‌توانند از نظر سلامتی مورد توجه قرار گیرند. بر اساس مطالعات انجام شده آنتوسیانین‌ها در جهت پیشگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی و درمان آن موثرند(۲۸). آنتوسیانین‌ها بسیار ناپایدار بوده و براحتی تخریب می‌شوند، پایداری آنتوسیانین‌ها تحت تاثیر pH، دمای نگهداری، حضور آنزیم‌ها، نور، اکسیژن، آسکوربیک اسید، قندها، دی‌اکسیدگوگرد، یون‌های فلزی و کوپیگمان‌ها قرار می‌گیرد (۹،۲۱و ۱۳).

ساختار شیمیایی:

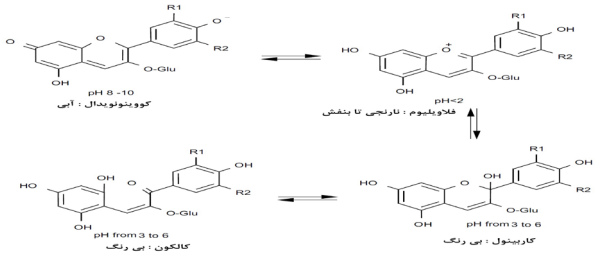
از نظر شیمیایی آنتوسیانین‌ها به گروه فلاونوئیدها از پلی‌فنل‌ها تعلق دارند. اسکلت ساختاری پایه آنتوسیانین‌ها در شکل (۱) نشان داده شده است که اغلب شامل یک پایه آگلیکون[۱] قند و در بسیاری از موارد گروه آسیل است (۲۰).



پایه آکلیکون به خودی خود بسیار ناپایدار است ولی اتصال قند به ان (گلیکولیزه شدن) باعث افزایش پایداری آن می‌گردد. برحسب تعداد مولکول‌های قند درآنتوسیانین‌ها، آن‌ها را به شکل زیر طبقه‌بندی می کنند:

مونوگلیکوزید: شامل قندهای گلوکز، فروکتوز، گالاکتوز، رامنوز، آرابینوز که روی کربن شماره ۳ قرار می‌گیرند.

دی گلیکوزید: شامل قندهای سوکروز، جنتیوبیوز، لامیناریبوز که در این حالت یک قند حتما روی کربن شماره ۳ و بقیه روی کربن‌های شماره ٤، ٥ و ٧ قرارتری گلیکوزید: قندها به صورت کلی روی کربن شماره ۳، ٥، ٧ و یا ۳، ٤، ٥ آگلیکون قرار می‌گیرند (۲۰). افزایش گروه‌های هیدروکسیل در ساختار منجر به تولید رنگ آبی و افزایش گروه‌های متوکسیل منجر به تولید رنگ قرمز می‌گردد. درجه هیدروکسیلاسیون از اهمیت خاصی برخوردار است. آنتوسیانین‌ها با درجه هیدروکسیلاسیون بالا مقاومت آنتوسیانین را زیاد می‌کند. این پدیده در ساختن نوشیدنی مطالعه شده است(۱۵). تحقیقات انجام شده نشان داده است که آنتوسیانین‌ها در مقادیر pHهای پایین بیشترین این پدیده در ساختن نوشیدنی مطالعه شده است(۱۵). تحقیقات انجام شده نشان داده است که آنتوسیانین‌ها در مقادیر pHهای پایین بیشترین پایداری و بالاترین رنگ‌دهی را دارند و با افزایش مقادیر pH به‌تدریج رنگشان را از دست می‌دهند(۳۱ و ۵). در شکل (۲) ساختارهای شیمیایی متفاوت آنتوسیانین‌ها در pHهای متفاوت نمایش داده شده است. این ساختارها شامل کاتیون فلاویلیوم[۲] ، پایه کووینونویدال[۳]، کربینول[٤] و کالکون[٥] می‌باشد (۲۰).



منابع آنتوسیانین:

غذاهای گیاهی سرشار از آنتوسیانین هستند. گیاهانی مانند گلبرگ زعفران، زغال‌اخته، تمشک، برنج سیاه، سویا سیاه و دیگر بخش‌های گیاهی که دارای رنگ‌های قرمز، آبی، بنفش و سیاه می‌باشند. حتی برخی رنگ‌های برگ‌های پاییزی، به آنتوسیانین‌ها متعلق هستند (٦). آنتوسیانین‌ها در تمام بافت‌های گیاهان آوندی، شامل برگ‌ها، ساقه‌ها، ریشه‌ها، گل‌ها و میوه‌ها ساخته می‌شوند. در جدول (۱) برخی منابع آنتوسیانین همراه مقدار آنتوسیانین موجود در آن‌ها نمایش داده شده‌است.

جدول ۱: برخی منابع آنتوسیانین به همراه مقدار محتوی آنتوسیانینی

منبع غذایی	مقدار آنتوسیانین (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	منبع
آرونیا	۱۴۸۰	۳۰
شاتوت	۳۱۷	۲۶
تمشک سیاه	۵۸۹	۱۶
گیلاس	۱۲۲	۲۹
آلو سیاه	۲۷۷	۸
برنج سیاه	۶۰	۱۲
ذرت بنفش	۱۶۴۲	۱۸
ذرت آبی	۷۰	۱۱
انگور قرمز	۶۰	۲۴
کلم قرمز	۱۵۰	۱

[۱] Aglycon
[۲] Flavylium
[۳] Quinonoid
[٤] Carbinol
[٥] Chalcone[٤]

انواع آنتوسیانین:

تاکنون حدود ۵۴۰ نوع آنتوسیانین از منابع مختلف گیاهی شناسایی شده است. در مواد غذایی چند نوع آنتوسیانین شامل پلاروگونیدین[۶]، دلفینیدین[۷]، پتونیدین[۸]، پئونیدین[۹]، مالویدین[۱۰] و سیانیدین[۱۱] از اهمیت بیشتری برخوردارند. ساختار آنتوسیانین‌ها به دلیل جایگزینی قند در کربن سه و پنج و نوع قند می‌توانند متغیر باشند (۴). در جدول (۲) انواعی از آنتوسیانین‌های پراکنده در طبیعت، با توجه به تفاوت در گروه‌های R در ساختار پایه نمایش داده شده است (۳).

جدول ۲. انواعی از آنتوسیانین‌ها

نام	علامت اختصاری	الگوی گروه‌های استخلافی							رنگ
		R7	R6	R5	R4	R3	R2	R1	
اپی جینیدین	Ap	H	OH	H	OH	H	OH	H	
آرابیدین	Ab	OMe	OH	H	OH	OH	H	H	گزارش نشده
اورانتینیدین	Au	H	OH	H	OH	OH	OH	OH	
کپن سینیدین	Cap	OMe	OH	OMe	OH	H	OMe	OH	آبی- قرمز
کرجورین	Cj	OMe	OMe	H	OH	OH	H	H	گزارش نشده
سیانیدین	Cy	H	OH	OH	OH	H	OH	OH	نارنجی- قرمز
دلفینیدین	Dp	OH	OH	OH	OH	H	OH	OH	آبی- قرمز
اوروپینیدین	Eu	OH	OH	OMe	OH	H	OMe	OH	آبی- قرمز
هیرسوتینیدین	Hs	OMe	OH	OMe	OMe	H	OH	OH	آبی- قرمز
۳ -هیدروکسی Ab	3'OHAb	OMe	OH	OH	OH	OH	H	H	گزارش نشده
۶-هیدروکسی Cy	6OHCy	OH	OH	OH	OH	OH	OH	OH	قرمز
۶-هیدروکسی Dp	6OHDp	OH	OH	OH	OH	OH	OH	OH	آبی- قرمز
۶-هیدروکسی Pg	6OHPg	H	OH	H	OH	OH	OH	OH	گزارش نشده
لوتئولین	Lt	H	OH	OH	OH	H	OH	H	
ملویدین	Mv	OMe	OH	OMe	OH	H	OH	OH	آبی- قرمز
۵-متیل	5-MCy	H	OH	OH	OH	H	OMe	OH	نارنجی- قرمز
پلارگونیدین	Pg	H	OH	H	OH	H	OH	OH	
پئونیدین	Pn	H	OH	OMe	OH	H	OH	OH	نارنجی- قرمز
پتونیدین	Pt	OH	OH	OMe	OH	H	OH	OH	آبی- قرمز
پولکلیدین	Pl	OH	OH	OH	OH	H	OMe	OH	آبی- قرمز
ریسیونیدین	RiA	H	OH	H	OH	OH	H	OH	گزارش نشده
روزینیدین	Rs	H	OH	OMe	OMe	H	OH	OH	قرمز

[۶] Chalcone
[۷] Delphinidin
[۸] Petonidin
[۹] Peonidin
[۱۰] Malvidin
[۱۱] Cyanidin

کاربردهای آنتوسیانین‌ها:

آنتوسیانین‌های موجود در سلول‌های گیاهی از گیاهان در مقابل اشعه ماورابنفش و نیز حمله حشرات محافظت می‌نمایند. آنتوسیانین‌ها به علت ناپایداری شیمیایی و دشواری خالص‌سازی دارای محدودیت‌هایی برای کاربرد به عنوان رنگ‌های خوراکی هستند. ولی در حال حاضر پژوهش‌های فراوانی به منظور افزایش پایداری آنتوسیانین‌ها با هدف در دسترس قرار دادن آن‌ها به عنوان رنگ‌های خوراکی در حال انجام است. در حال حاضر کوپیگمانتاسیون[۱۲] و کپسوله کردن[۱۳] دو روش مهم در پایدارسازی آنتوسیانین‌ها هستند. آنتوسیانین‌ها برای درمان فشار خون بالا، اختلالات کبدی، اسهال و مشکلات ادراری مانند سنگ‌کلیه، عفونت‌های مجاری ادراری و همچنین سرماخوردگی استفاده شده‌است (۷). آنتوسیانین‌ها گزینه مناسبی برای پیشگیری به ابتلاء به بیماری‌های قلبی-عروقی می‌باشند (۲۲). از دیگر اثرات دارویی آنتوسیانین‌ها می‌توان به کاهش سطح تری‌گلیسرید و اسیدهای چرب آزاد اشاره نمود. آنتوسیانین‌ها به خاطر داشتن ویژگی‌های ضدسرطانی، آنتی‌اکسیدانی، فعالیت‌های ضدرگ‌زایی و ضدالتهابی به سالم ماندن بدن کمک کرده و از این نظر قابل ملاحظه می‌باشند. این مواد می‌توانند با ممانعت از اکسیداسیون لیپیدها و پروتئین‌ها در تولیدات غذایی بر ارزش مواد غذایی بیفزایند.

روش‌های استخراج و اندازه‌گیری:

اولین قدم در اندازه‌گیری آنتوسیانین استخراج آن از منبع آنتوسیانین است. جهت استخراج رنگدانه‌های آنتوسیانین روش‌های مختلفی مانند استخراج در حال خیساندن در حلال (کلاسیک)، حلال و رزین، مایع تحت فشار، سیال فوق بحرانی و امواج اولتراسونیک وجود دارد. بعد از استخراج، با روش‌هایی مانند pH افتراقی (۱۷) براساس روش‌های اسپکتروسکوپی UV-Vis و اندازه‌گیری‌های HPLC و انواعی دیگر از روش‌های کروماتوگرافی مانند GC و LC آشکارساز اسپکترومتری جرمی (MS) میزان آنتوسیانین اندازه‌گیری می‌شود (۲۷).

روش pH افتراقی:

به منظور تعیین مقدار ترکیبات آنتوسیانینی با استفاده از روش تغییر pH، ابتدا مقدار معینی از عصاره استخراج شده گیاهی با حجم معلومی از محلول بافر دارای pH=1 به حجم رسانده و سپس همان مقدار معین از عصاره استخراج شده گیاهی اولیه، این بار با محلول بافر دارای pH =4/5 به حجم رسانده می‌شود. جذب نمونه‌ها در طول موج‌های۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر اندازه‌گیری می‌گردد. با جایگزاری اعداد حاصل در معادلات ۱ و ۲ میزان آنتوسیانین مونومری کل به دست می‌آید:

معادله(۱)

$$A= (A_{\lambda MAX}-A_{700})_{(PH=1)}- (A_{\lambda MAX}-A_{700})_{(PH=4.5)}$$

معادله ۲)

$$TMA(mg/l)= (A\times Mw\times DF\times 1000)/(\varepsilon\times L)$$

Mw وزن مولکولی سیانیدین-۳گلوکوزید، DF ضریب رقت، L طول سل برحسب سانتی متر، ε ضریب جذب مولی.

Mw و ε در فرمول به ترتیب برابر است با ۴۴۹/۲ و ۲۶۹۰۰ گرم بر مول که مربوط به سیانیدین -۳ گلیکوزید است (۲۳).

اندازه‌گیری HPLC :

در این روش از ستون‌های HPLC، همراه با آشکارساز UV، MS و یا آرایه دیودی استفاده می‌شود. هر آنتوسیانین به صورت کامل جداسازی و با مقایسه با استانداردهای خارجی محاسبه می‌شوند (۲۵). معمولا از ستون‌های کروماتوگرافی فاز معکوس و استفاده از حلال‌های نسبتا قطبی مثل آب، متانول، اتیل استات عمل جداسازی انجام می‌شود (۱۰ و ۱۹)

نتیجه گیری:

آنتوسیانین‌ها با کاربردهای فراوان دارویی و خوراکی رنگدانه‌های با اهمیتی هستند. با توجه به ساختار شیمیایی و محدودیت‌های مربوط به پایداری کم آنتوسیانین‌ها نیاز به تحقیقات گسترده برای پیدا کردن منابع بیشتری برای این ترکیبات با ارزش لازم می‌باشد. هر چند سال‌های اخیر تحقیقات نسبتا خوبی با اهداف شناسایی منابع آنتوسیانین، آشنایی با تاثیر آن‌ها بر موجودات زنده و انسان انجام شده است اما انجام پژوهش‌های بیشتر با رویکرد یافتن روش‌های کارا به منظور پایدارسازی کارآمدتر آنتوسیانین‌ها با هدف قابل دسترس قراردادن این ماده‌ی طبیعی مفید و بی‌ضرر در زمینه‌های صنایع غذایی و دارویی بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

مراجع:

[1]. Ahmadiani, N., Robbins, R., Collins, T., Giusti, M.,. "Anthocyanins Contents, Profiles, and Color Characteristics of Red Cabbage Extracts from Different Cultivars and Maturity Stages." Journal of Agricultural and Food Chemistry 62 (2014): 7524-7531.

[۱۲] Copigmentation

[۱۳] Encapsulation

[2]. Buchert, J., Koponen, J.M., Suutarinen, M., Mustranta, A., Lille, M., Törrönen, R., Poutanen, K.,. "Effect of enzyme-aided pressing on anthocyanin yield and profiles in bilberry and blackcurrant juices." Journal of the Science of Food and Agriculture 85 (2005).

[3]. Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, M.d.L., Páez-Hernández, M.E., Rodríguez, J.A., Galán-Vidal, C.A.,. "Chemical studies of anthocyanins: A review." Food Chemistry 113 (2009): 859-871.

[4]. Clifford, M.N.,. "Anthocyanins–nature, occurrence and dietary burden." Journal of the Science of Food and Agriculture 80 (2000): 1063-1072.

[5]. Copigmentation Reactions and Color Stability of Berry Anthocyanins. Ph.D Thesis. By M. J. Rein. Helsinki. 2005.

[6]. Davies, Kevin M. Plant pigments and their manipulation. Wiley-Blackwell, 2004.

[7]. Donald, A.W.,. "Natural phenolic compounds." Journal of royal society of chemistry 20 (2000): 583-606.

[8]. Fanning, k., Edwards, D., Netzel, M., Stanley, R., Netzel, G., Russell, D., Topp, B.,. "Increasing anthocyanin content in Queen Garnet plum and correlations with in-field measures." Acta Horticulturae 985 (2013): 97-104.

[9]. Francis, F.,. "Foodcolourants: Anthocyanins." Critical Reviews in Food Science and Nutrition 28 (1989): 273-314.

[10]. Froytlog, C., Slimestad, R., Andersen, O.M.,. "Combination of chromatographic techniques for the preparative isolation of anthocyanins applied on blackcurrant (Ribes nigrum) fruits." Journal of Chromatography A 825 (1998): 89-95.

[11]. Herrera-Sotero, M., Cruz-Hernández, C., Trujillo-Carretero, C., Rodríguez-Dorantes, M., García-Galindo, H., Chávez-Servia, J., Oliart-Ros, R., Guzmán-Gerónimo, R.,. "Antioxidant and antiproliferative activity of blue corn and tortilla from native maize." Chemistry Central Journal 11 (2017).

[12]. Hiemori, M., Koh, E., Mitchell, A.,. "Influence of Cooking on Anthocyanins in Black Rice." Journal of Agricultural and Food Chemistry 57 (2009): 1908-1914.

[13]. Jackman R.L, Yada R.Y, Tung M.A., Speers R.A.,. "Anthocyanins as food colorants a review." Journal of Food Biochemistry 78 (1987): 2390-2393.

[14]. Kano, M., Takayanagi, T., Harada, K., Makino, K., Ishikawa, F.,. "Antioxidative activity of anthocyanins from purple sweet potato Ipomoera batatas cultivar Ayamurasaki." Bioscience, biotechnology, and biochemistry 69 (2005): 979-988.

[15]. Ku, C., Mun, S.,. "Optimization of the extraction of anthocyanin from Bokbunja (Rubus coreanus Miq.) marc produced during traditional wine processing and characterization of the extracts." Bioresource Technology 99 (2008): 8325-8330.

[16]. L, Wada and Ou B. "Antioxidant activity and phenolic content of Oregon caneberries." Journal of Agricultural and Food Chemistry 52 (2002): 8021-8051.

[17]. Lee, J., Durst, R., Wrolsrad, R., Barnes, K.W., Eisele, T., Giusti, M.M., Haché, J., Hofsommer, H., Koswig, S., Krueger, D.A., Kupina, S. Martin, S.K., Martinsen, B.K., Miller, T.C., Paquette, F., Ryabkova, A., Skrede, G., Trenn, U., Wightman, J.D.,. "Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method: Collaborative Study." JOURNAL OF AOAC INTERNATIONAL 88 (2005): 1269-1278.

[18]. Lieberman, S.,. "The antioxidant power of purple corn: a research review." Alternative & Complementary Therapies 13 (2007): 107-110.

[19]. Maatta, K., Kamal-Eldin, A., Torronen, R.,. "Phenolic compounds in berries of black, red, green, and white currants(Ribes sp.)." Antiox.Redox Sign 3 (2001): 981-993.

[20]. Mateus, de. N., Freitas, V.,. Anthocyanin as food colorant. Springer, pp., 2009.

[21]. Mazza, E., Minitiati, G.,. Anthocyanins in Fruits vegetables, and grains. Boca raton, 1993.

[22]. Netzel, M., Strass, G., Kaul, C., Bitsch, I., Dietrich, H., Bitsch, R.,. "In vivo antioxidative capacity of a composite berry juice." Food research international 35 (2002): 213-216.

[23]. Rapisarda, P., Fanella, F., Maccarone, E.,. "Reliability of Analytical Methods for Determining Anthocyanins in Blood Orange Juices." J. Agric Food Chem 48 (2000): 2249-2252.

[24]. Rasouli, M. , Roostaei, P., Babaei, A.,. "The study and comparison of storage life of different grape varieties under controlled condition." Spring and Summer 2 (2017): 61-74.

[25]. Rubinskiene, M., Jasutiene,I., Venskutonis, P.R., Pranas Viskelis, P.,. "HPLC Determination of the Composition and Stability of Blackcurrant Anthocyanins." Journal of Chromatographic Science 43 (2005): 478-482.

[26]. Siriwoharn, Th., Wrolstad, R. E., Finn. CH. E., Pereira. C.B.,. “Influence of cultivar, maturity, and sampling on blackberry (Rubus L. Hybrids) anthocyanins, polyphenolics, and antioxidant properties.” Agricultural and food chemistry52 (2004): 8021-8030

[27]. Slimestad, R., Solheim, H.,. Anthocyanins from blackcurrants (Ribes nigrum L.). ." Agricultural and food chemistry 50 (2002): 3228–31.

[28]. Winefield, C., Gould, K., Davies, K. M.,. Anthocyanins Biosyn theeis,Function,and,Application. 2009.

[29]. Wu, X., Beecher, G.R., Holden, J. M., Haytowitz, D.B., Gebhardt, S.E., Prior, r.l.,. "Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption." Journal of Agricultural and Food Chemistry 54 (2006): 4069-4075.

[30]. Wu, X., Gu, l., McKay, S., McKay, P.,. "Characterization of Anthocyanins and Proanthocyanidins in Some Cultivars of Ribes, Aronia, and Sambucus and Their Antioxidant Capacity." Agricultural and food chemistry 52 (2004): 7846-7856.