



Kabul Edilmiş Araştırma Makalesi (Düzenlenmemiş Sürüm)

Accepted Research Article (Uncorrected Version)

Makale Başlığı / Title

Betalain ekstraktlarının gıdalarda kullanım olanakları

Usage of betalain extracts in food

Yazarlar / Authors

Vasfiye HAZAL ÖZYURT1*, Hazal SARALI2, Semih ÖTLEŞ3

Referans No / Reference No

PAJES-03592

DOI

10.5505/pajes.2019.03592

Bu PDF dosyası yukarıda bilgileri verilen kabul edilmiş araştırma makalesini içermektedir. Sayfa düzeni, dizgileme ve son inceleme işlemleri henüz tamamlanmamış olduğundan, bu düzenlenmemiş sürüm bazı üretim ve dizgi hataları içerebilir.

This PDF file contains the accepted research article whose information given above. Since copyediting, typesetting and final review processes are not completed yet, this uncorrected version may include some production and typesetting errors.



" İ ° Ş " Ş ¥ ª · İ Ş ° © Ş Ş ° " Ş © á ª á ª · £ á Ý Ş " Ş
) Š £ ¤ ¤ > İ ° Ş " Ş ¥ ª · İ ° © Ş œ ° - · ¥ ª
 Vasfiye HAZAL ÖZYURT Hazal SARALI, Semiha ÖTLER

fi á Ý Ş ! ª İ ª Ý ¥ - ¥ ª ¥ / Š ¤ " © İ - ¥ ! ª İ Š ¥ ¥ - ¥ Š ± · , ª ¥ º İ ° ¥ °
 hazal.ozyurt@gmail.com
 fi á Ý Ş ! ª İ ª Ý ¥ - ¥ ª ¥ / Š ¤ " © İ - ¥ ! ª İ Š ¥ ¥ - ¥ Š / Š Ş ° İ -
 hazal.sarali@hotmail.com, semih.otles@ege.edu.tr

Geli Tarihi/Received 30.07.2018, Kabul Tarihi/Accepted 07.01.2019

doi: 10.5505/pajes.2003592

- Ş İ ª á ª ª Corresponding author

Derleme/Makalesi/Review Article

Öz

Gıda sanayinin gelişmesiyle depolama ve sunum aşamalarında çevresel etkilere maruz kalan gıdaların renk kaybı tüketim için önemli unsurlardan birisidir. Bu durum doğal veya sentetik katkı maddeleri kullanılarak gıda ürünlerin korunmasını sağlar. Gıda sanayinin gelişmesi ve sağlıklı gıda ürünlerin üretilmesi için doğal renklendiricilerin araştırılması gerekmektedir. Betalain, Caryophyllales familyasına ait doğal renklendiricilerdir. Bu çalışmada, betalainin doğal renklendirici olarak kullanılması ve sağlık sorunlarına olan etkileri araştırılmıştır. Betalainin doğal renklendirici olarak kullanılması, sağlık sorunlarına olan etkileri araştırılmıştır. Betalainin doğal renklendirici olarak kullanılması, sağlık sorunlarına olan etkileri araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: İ ° Ş " Ş ¥ ª · İ Ş ° © Ş Ş ° " Ş © á ª á ª · £ á Ý Ş " Ş
 Ekstraksiyon

Abstract

With the development of the food industry, changes in environmental factors create an effect of color loss in the stages such as storing and selling the food. Colour loss is one of the most important factors for consumers purchasing the products. Preventing the color loss natural and synthetic colorants are used in foods. Consumers directed to use of natural products with the health issues as a result of industrialization. With increasing usage of natural products, consumers are directed to use of natural colorants. Betalain is a natural colorant that was used in fruits, vegetables, and cereals. It belongs to Caryophyllales family. Through its antioxidant, anticancer and antilipidemic effects, it has a positive effect on health. Thus, nowadays using betalain as a natural colorant became an interesting subject. In this article, it was giving information in the areas of the molecular and chemical structure of betalain, their stability, extraction and usage in foods and its effects on the health.

Keywords: Betalain, Colorant, Food additive, Extraction

1. Giriş

Gıda sanayinin gelişmesiyle depolama ve sunum aşamalarında çevresel etkilere maruz kalan gıdaların renk kaybı tüketim için önemli unsurlardan birisidir [1,2]. Renk kaybı, gıdaların kalitesini belirleyen ve tüketicilerin satın alma kararlarında önemli unsurlardan biridir. Renk kaybı, gıdaların kalitesini belirleyen ve tüketicilerin satın alma kararlarında önemli unsurlardan biridir. Renk kaybı, gıdaların kalitesini belirleyen ve tüketicilerin satın alma kararlarında önemli unsurlardan biridir. Renk kaybı, gıdaların kalitesini belirleyen ve tüketicilerin satın alma kararlarında önemli unsurlardan biridir.

Bunun nedeni ise, betalainin güçlü antioksidan ve antiradikal özelliklere sahip olmasıdır [3,5]. Betalainin doğal renklendirici olarak kullanılması, sağlık sorunlarına olan etkileri araştırılmıştır.

antiproliferatif [9,11,12] ve nöroprotektif [10] özelliklere sahip betalainler, doğal renklendiricilerdir. Betalainler, Caryophyllales familyasına ait doğal renklendiricilerdir. Betalainler, Caryophyllales familyasına ait doğal renklendiricilerdir. Betalainler, Caryophyllales familyasına ait doğal renklendiricilerdir. Betalainler, Caryophyllales familyasına ait doğal renklendiricilerdir.

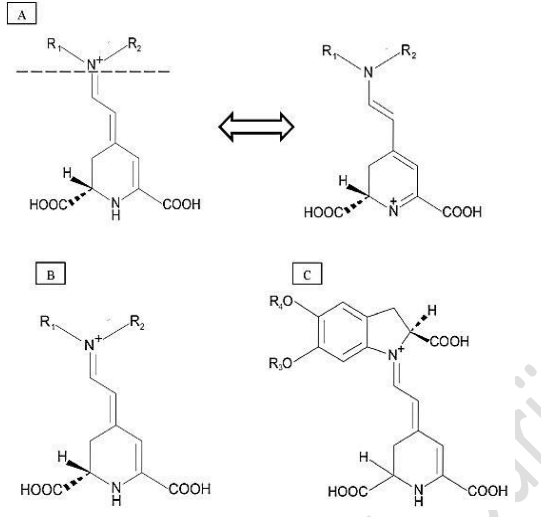
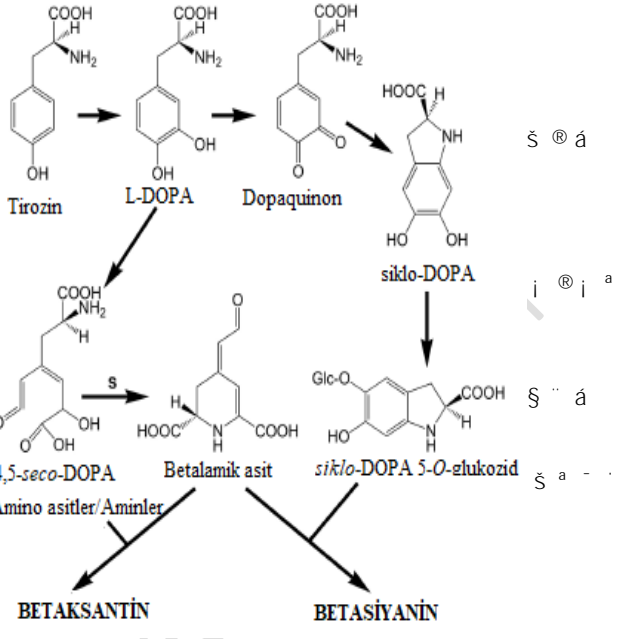
fi á Ý Ş ª İ ª Ý ¥ - ¥ ª ¥ / Š ¤ " © İ - ¥ ! ª İ Š ¥ ¥ - ¥ Š ± · , ª ¥ º İ ° ¥ °
 Ö º Ş İ ª á ª ª Corresponding author
 Ekstraksiyon

Kaktüs meyvesinden elde edilen betalainin biyosentetik yoldan sentezasyonu

Bu derlemede betalainin moleküler yapısını, sentez yollarını, biyosentetik yollarını, betalainin yapısal özelliklerini ve biyosentetik yollarını inceleyeceğiz.

2. Betalainin moleküler yapı ve biyosentetik yolları

Betalainin betalainin, betalainin ve betalainin olarak iki gruba ayrılır. Genellikle betasiyanin ve betaksantin olarak iki gruba ayrılır. Sahip olduğu özellikler, biyosentetik yollarını göstermektedir. Biyosentetik yollarını göstermektedir. Biyosentetik yollarını göstermektedir. [28,29]



Tipik bir betalain biyosentezi amino asit olan tirozin ile DOPA (L-3,4dihidroki-fenil-alanin) devam etmektedir ve bu biyosentez yollarını göstermektedir. Tirozini hidroksile ederek L-DOPA'ya dönüştürür. Dopaquinon daha sonra siklo-DOPA'ya dönüştürülür. Siklo-DOPA, siklo-DOPA 5-O-glukozid'e dönüştürülür. Betalamik asit ile siklo-DOPA'nın kondenzasyonu sonucunda betalainin oluşur. Amino asitler veya aminlerle kondenzasyonu sonucunda betalainin oluşur. [27,31]

Betalainin biyosentetik yolları

3. Betalainin stabilitesi

Betalainin stabilitesi, hem pigmente özgü faktörlerden hem de ortamdan etkilenmektedir. Pigmentin konsantrasyonu, pH, su aktivitesi, sıcaklık, ışık, oksijen ve diğer faktörler betalainin stabilite üzerine önemli etkileri göstermektedir. Betalainin, pH 5.5-6.5 arasında en yüksek stabilite göstermektedir. [33]

3.1. Konsantrasyon

Betalain konsantrasyonu yüksek olan matrislerde betalainin daha yüksek stabilite göstermektedir. Betalainin konsantrasyonu yüksek olan matrislerde betalainin daha yüksek stabilite göstermektedir. [34]

Betalainin pH 5.5-6.5 arasında en yüksek stabilite göstermektedir. Betalainin, pH 5.5-6.5 arasında en yüksek stabilite göstermektedir. [35]

3.3. Su aktivitesi

Betalainin su aktivitesi, betalainin stabilite üzerine önemli etkileri göstermektedir. Betalainin, su aktivitesi düşük olan matrislerde daha yüksek stabilite göstermektedir. [36]

3.4. Su aktivitesi

3.5. Betalain stabilitesini etkileyen kritik faktörler

3.6. Etanol

3.7. Oksijen

3.8. w₁μ² asoá² ss² s² a² s²

4 Betalain ekstraksiyonu

sokshalet[44,46] ekstraksiyon metodu ile ekstrakte edilmektedir.

Handayani vørş [47]μ s -y^o i aÇS² sa² a² c² s² Y s meyve (Hylocereus polyrhizus) ...

Maksimum betalain konsantrasyonu olarak %20 metanollü su (v/v), a cœs 15 Ca se süre 10 dk olarak elde

Elde edilen deneyler, Pareto varyans analizleri ile değerlendirilmiştir. İkinci dereceden polinom modelleri kullanılarak etanol ve pH olarak belirlenip optimizasyon sonucunda 42.5°C, 115 dk ve pH 6.19 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, elde edilen maksimum mikrodalga elektrik gücü vurgulu alandestekli ekstraksiyon metodunun, geleneksel ekstraksiyon metoduna göre daha yüksek verimlilikte olduğu görülmüştür. (2015) yılında yapılan çalışmada, Betalain ekstraksiyonu için geleneksel yöntemlerle elde edilen verimlilikler düşük seviyede kalmıştır. [49] yılında yapılan çalışmada, ultrason destekli ekstraksiyon metodu ile betalain

ultrason destekli ekstraksiyon metodu ile betalain ekstraksiyonu için 94 W/s² güç ve 1:17 (w/v) oranında etanol kullanılarak 89 W/s² güç ve 1:19 (w/v) oranında etanol kullanılarak 35 dk süreyle ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Ancak bu çalışmada, ultrason destekli ekstraksiyonun geleneksel yöntemlere göre daha yüksek verimlilikte olduğu görülmüştür. [45] yılında yapılan çalışmada, pitaya meyvesinden betalainin ekstraksiyonunda maserasyon ve ultrason destekli ekstraksiyon metodunda elde edilen verimlilikler karşılaştırılmıştır. 120 dk süreyle yapılan maserasyon yöntemiyle elde edilen verimlilik %95.25 olarak bulunurken, ultrason destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen verimlilik %47.07 olarak bulunmuştur. [45] yılında yapılan çalışmada, pitaya meyvesinden betalainin ekstraksiyonunda maserasyon ve ultrason destekli ekstraksiyon metodunda elde edilen verimlilikler karşılaştırılmıştır. 120 dk süreyle yapılan maserasyon yöntemiyle elde edilen verimlilik %95.25 olarak bulunurken, ultrason destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen verimlilik %47.07 olarak bulunmuştur.

Optimizasyon sonucunda etanolün %25 oranında kullanılması, pH 6.19 ve 42.5°C sıcaklıkta 115 dk süreyle ekstraksiyon gerçekleştirilmesi en uygun koşullardır. Bu çalışmada, ultrason destekli ekstraksiyon metodunun, geleneksel yöntemlere göre daha yüksek verimlilikte olduğu görülmüştür. [49] yılında yapılan çalışmada, ultrason destekli ekstraksiyon metodu ile betalain ekstraksiyonu için 94 W/s² güç ve 1:17 (w/v) oranında etanol kullanılarak 89 W/s² güç ve 1:19 (w/v) oranında etanol kullanılarak 35 dk süreyle ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Ancak bu çalışmada, ultrason destekli ekstraksiyonun geleneksel yöntemlere göre daha yüksek verimlilikte olduğu görülmüştür. [45] yılında yapılan çalışmada, pitaya meyvesinden betalainin ekstraksiyonunda maserasyon ve ultrason destekli ekstraksiyon metodunda elde edilen verimlilikler karşılaştırılmıştır. 120 dk süreyle yapılan maserasyon yöntemiyle elde edilen verimlilik %95.25 olarak bulunurken, ultrason destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen verimlilik %47.07 olarak bulunmuştur.

pitaya meyvesinden betalainin ekstraksiyonunda maserasyon ve ultrason destekli ekstraksiyon metodunda elde edilen verimlilikler karşılaştırılmıştır. 120 dk süreyle yapılan maserasyon yöntemiyle elde edilen verimlilik %95.25 olarak bulunurken, ultrason destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen verimlilik %47.07 olarak bulunmuştur. [45] yılında yapılan çalışmada, pitaya meyvesinden betalainin ekstraksiyonunda maserasyon ve ultrason destekli ekstraksiyon metodunda elde edilen verimlilikler karşılaştırılmıştır. 120 dk süreyle yapılan maserasyon yöntemiyle elde edilen verimlilik %95.25 olarak bulunurken, ultrason destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen verimlilik %47.07 olarak bulunmuştur.

Betalain ekstraksiyonu için geleneksel yöntemlerle elde edilen verimlilikler düşük seviyede kalmıştır. [49] yılında yapılan çalışmada, ultrason destekli ekstraksiyon metodu ile betalain ekstraksiyonu için 94 W/s² güç ve 1:17 (w/v) oranında etanol kullanılarak 89 W/s² güç ve 1:19 (w/v) oranında etanol kullanılarak 35 dk süreyle ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Ancak bu çalışmada, ultrason destekli ekstraksiyonun geleneksel yöntemlere göre daha yüksek verimlilikte olduğu görülmüştür. [45] yılında yapılan çalışmada, pitaya meyvesinden betalainin ekstraksiyonunda maserasyon ve ultrason destekli ekstraksiyon metodunda elde edilen verimlilikler karşılaştırılmıştır. 120 dk süreyle yapılan maserasyon yöntemiyle elde edilen verimlilik %95.25 olarak bulunurken, ultrason destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen verimlilik %47.07 olarak bulunmuştur.

Loginova ve ark. (2011) [50] elektrik vurgulu alan (PEF) (30-80 °C) betalain degradasyonun etkisi ve ekstraksiyon için 250 bar, ekstraksiyon için CO₂ %20 kullanılarak Opuntia spp. örnekleri 75 °C'de 4.2 saat süreyle ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Elde edilen betalain ekstraktı, 250 bar ve 25 °C'de ekstraksiyon için kullanılmıştır. Elde edilen betalain ekstraktı, 250 bar ve 25 °C'de ekstraksiyon için kullanılmıştır.

5. Elde edilen betalain ekstraktı, 250 bar ve 25 °C'de ekstraksiyon için kullanılmıştır. Elde edilen betalain ekstraktı, 250 bar ve 25 °C'de ekstraksiyon için kullanılmıştır.

«a» maddesi, sentetik renklendiricilerin renklendiricilerin bir konu haline gelmektedir. Betalainler, hidrofili özelliğe ve renklendiricilerdir [52]. Birçok süt ürünü [25] dondurma [53] ve çorba, sos ve içeceklerde de renklendirici olarak kullanılmaktadır. [9,5] Rodriguez Sanchez ve ark. [2] Opuntia spp. meyvesinden ekstrakte ettikleri betalain (betaksantin) pigmentini içeren jelbon ve alkolsüz içecek üretimini elde etmişlerdir. Elde edilen betalain jelbon ve alkolsüz içecek üretiminde ise %5 (w/v) betalain kullanılmıştır. Sonuçta jelbon üretiminde %4.6 (w/v) pitaya suyu veya pulpa alkolsüz içecek üretiminde ise %5 (w/v) betalain kullanılmıştır. Cayupan ve Nazareno (2015) [54] kaktüs meyvesinden renklendirici olarak

Opuntia ficus-indica ve Opuntia... turuncu... betalain pigment konsantrasyonunun... Kumar ve ark. [15]... Ekstrakte ettikleri betalaini dondurmaya... belirlenmesi... sonuçta ürünün... ekstre ile ürünün daha iyi bir duyusal kaliteye sahip... [56]... Opuntia... antimikrobiyal ajan olarak... [57]... [25]... (Hylocereus polyrhizus) meyvesinden elde edilen... Betalain... (2016) [25]... (Hylocereus polyrhizus) meyvesinden elde edilen... [57]... [25]... (Hylocereus polyrhizus) meyvesinden elde edilen...

betasiyaninin süte çilek rengi verebilecek alternatif bir

Huerta, BE. "Betacyanins and antioxidant capacity in *Stenocereus pruinosus*: Stability and use in", *Food Research International* 91, 6371, 2017.

Betalainler, antioksidan [42,58] antilipidemik [59] antiproliferatif [15,60] kardiyoprotektif [61] antienflematuvar [62] ve antimikrobiyal [9,63] etkilere sahiptir. Nitratın nitrasyonunu inhibe etmekte [64,65] HT-29 hücrelerinin betalainlerle ön muamelesi sonucunda, hidrojen peroksit [66] Zink [67] [68] [69] [70] [71] [72] [73] [74] [75] [76] [77] [78] [79] [80] [81] [82] [83] [84] [85] [86] [87] [88] [89] [90] [91] [92] [93] [94] [95] [96] [97] [98] [99] [100] [101] [102] [103] [104] [105] [106] [107] [108] [109] [110] [111] [112] [113] [114] [115] [116] [117] [118] [119] [120] [121] [122] [123] [124] [125] [126] [127] [128] [129] [130] [131] [132] [133] [134] [135] [136] [137] [138] [139] [140] [141] [142] [143] [144] [145] [146] [147] [148] [149] [150] [151] [152] [153] [154] [155] [156] [157] [158] [159] [160] [161] [162] [163] [164] [165] [166] [167] [168] [169] [170] [171] [172] [173] [174] [175] [176] [177] [178] [179] [180] [181] [182] [183] [184] [185] [186] [187] [188] [189] [190] [191] [192] [193] [194] [195] [196] [197] [198] [199] [200] [201] [202] [203] [204] [205] [206] [207] [208] [209] [210] [211] [212] [213] [214] [215] [216] [217] [218] [219] [220] [221] [222] [223] [224] [225] [226] [227] [228] [229] [230] [231] [232] [233] [234] [235] [236] [237] [238] [239] [240] [241] [242] [243] [244] [245] [246] [247] [248] [249] [250] [251] [252] [253] [254] [255] [256] [257] [258] [259] [260] [261] [262] [263] [264] [265] [266] [267] [268] [269] [270] [271] [272] [273] [274] [275] [276] [277] [278] [279] [280] [281] [282] [283] [284] [285] [286] [287] [288] [289] [290] [291] [292] [293] [294] [295] [296] [297] [298] [299] [300] [301] [302] [303] [304] [305] [306] [307] [308] [309] [310] [311] [312] [313] [314] [315] [316] [317] [318] [319] [320] [321] [322] [323] [324] [325] [326] [327] [328] [329] [330] [331] [332] [333] [334] [335] [336] [337] [338] [339] [340] [341] [342] [343] [344] [345] [346] [347] [348] [349] [350] [351] [352] [353] [354] [355] [356] [357] [358] [359] [360] [361] [362] [363] [364] [365] [366] [367] [368] [369] [370] [371] [372] [373] [374] [375] [376] [377] [378] [379] [380] [381] [382] [383] [384] [385] [386] [387] [388] [389] [390] [391] [392] [393] [394] [395] [396] [397] [398] [399] [400] [401] [402] [403] [404] [405] [406] [407] [408] [409] [410] [411] [412] [413] [414] [415] [416] [417] [418] [419] [420] [421] [422] [423] [424] [425] [426] [427] [428] [429] [430] [431] [432] [433] [434] [435] [436] [437] [438] [439] [440] [441] [442] [443] [444] [445] [446] [447] [448] [449] [450] [451] [452] [453] [454] [455] [456] [457] [458] [459] [460] [461] [462] [463] [464] [465] [466] [467] [468] [469] [470] [471] [472] [473] [474] [475] [476] [477] [478] [479] [480] [481] [482] [483] [484] [485] [486] [487] [488] [489] [490] [491] [492] [493] [494] [495] [496] [497] [498] [499] [500] [501] [502] [503] [504] [505] [506] [507] [508] [509] [510] [511] [512] [513] [514] [515] [516] [517] [518] [519] [520] [521] [522] [523] [524] [525] [526] [527] [528] [529] [530] [531] [532] [533] [534] [535] [536] [537] [538] [539] [540] [541] [542] [543] [544] [545] [546] [547] [548] [549] [550] [551] [552] [553] [554] [555] [556] [557] [558] [559] [560] [561] [562] [563] [564] [565] [566] [567] [568] [569] [570] [571] [572] [573] [574] [575] [576] [577] [578] [579] [580] [581] [582] [583] [584] [585] [586] [587] [588] [589] [590] [591] [592] [593] [594] [595] [596] [597] [598] [599] [600] [601] [602] [603] [604] [605] [606] [607] [608] [609] [610] [611] [612] [613] [614] [615] [616] [617] [618] [619] [620] [621] [622] [623] [624] [625] [626] [627] [628] [629] [630] [631] [632] [633] [634] [635] [636] [637] [638] [639] [640] [641] [642] [643] [644] [645] [646] [647] [648] [649] [650] [651] [652] [653] [654] [655] [656] [657] [658] [659] [660] [661] [662] [663] [664] [665] [666] [667] [668] [669] [670] [671] [672] [673] [674] [675] [676] [677] [678] [679] [680] [681] [682] [683] [684] [685] [686] [687] [688] [689] [690] [691] [692] [693] [694] [695] [696] [697] [698] [699] [700] [701] [702] [703] [704] [705] [706] [707] [708] [709] [710] [711] [712] [713] [714] [715] [716] [717] [718] [719] [720] [721] [722] [723] [724] [725] [726] [727] [728] [729] [730] [731] [732] [733] [734] [735] [736] [737] [738] [739] [740] [741] [742] [743] [744] [745] [746] [747] [748] [749] [750] [751] [752] [753] [754] [755] [756] [757] [758] [759] [760] [761] [762] [763] [764] [765] [766] [767] [768] [769] [770] [771] [772] [773] [774] [775] [776] [777] [778] [779] [780] [781] [782] [783] [784] [785] [786] [787] [788] [789] [790] [791] [792] [793] [794] [795] [796] [797] [798] [799] [800] [801] [802] [803] [804] [805] [806] [807] [808] [809] [810] [811] [812] [813] [814] [815] [816] [817] [818] [819] [820] [821] [822] [823] [824] [825] [826] [827] [828] [829] [830] [831] [832] [833] [834] [835] [836] [837] [838] [839] [840] [841] [842] [843] [844] [845] [846] [847] [848] [849] [850] [851] [852] [853] [854] [855] [856] [857] [858] [859] [860] [861] [862] [863] [864] [865] [866] [867] [868] [869] [870] [871] [872] [873] [874] [875] [876] [877] [878] [879] [880] [881] [882] [883] [884] [885] [886] [887] [888] [889] [890] [891] [892] [893] [894] [895] [896] [897] [898] [899] [900] [901] [902] [903] [904] [905] [906] [907] [908] [909] [910] [911] [912] [913] [914] [915] [916] [917] [918] [919] [920] [921] [922] [923] [924] [925] [926] [927] [928] [929] [930] [931] [932] [933] [934] [935] [936] [937] [938] [939] [940] [941] [942] [943] [944] [945] [946] [947] [948] [949] [950] [951] [952] [953] [954] [955] [956] [957] [958] [959] [960] [961] [962] [963] [964] [965] [966] [967] [968] [969] [970] [971] [972] [973] [974] [975] [976] [977] [978] [979] [980] [981] [982] [983] [984] [985] [986] [987] [988] [989] [990] [991] [992] [993] [994] [995] [996] [997] [998] [999] [1000]

Martins N., Rosiz CL, Morales P., Barros, L., Ferreira, ICFR. "Food colorants: Challenges, opportunities and current desires of agri-food industries to ensure consumer expectations and regulatory practice", *Trends in Food Science and Technology* 52, 1-15, 2016.

Amchova P., Kotolova H., Ruda-Kucerova J. "Health safety issues of synthetic food colorants", *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 73(3), 914-922, 2015.

Martins N., Roriz, CL., Morales P., Barros, L., Ferreira, ICFR. "Coloring attributes of betalains: A key emphasis on stability and future applications", *Food and Function* 8(4), 1357-1372, 2017.

Carocho M., Barreiro MF, Morales P., Ferreira, ICFR. "Adding molecules to food, pros and cons of synthetic and natural food additives", *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 14, 377-399, 2014. doi:10.1111/1541-4337.12065.

Alavizadeh, SH., Hosseinzadeh, H. "Bioactivity assessment and toxicity of crocin", *Comprehensive Review Food, and Chemical Toxicology* 4, 6580, 2014.

Shahid, M., Mohammad F. "Recent advancements in natural dyes application", *A Review Journal of Cleaner Production* 53, 3103-31, 2013.

GS, Dijas, SM., S. S. Brunet, M. AS., I. 2. "S. DD. Y. Tumbas, VT. "Antiradical, antimicrobial, and cytotoxic activities of commercial beetroot pomace", *Food and Function* 5(5), 713721, 2013.

Wang, CO., Yang, GQ. "Betacyanins from *Portulaca oleracea* L. ameliorate cognitive deficits and attenuate oxidative damage induced by galactose in the brains of senescent mice", *Phytomedicine* 17(7), 527-532, 2010.

7 Sonuçlar

fiyada meydana gelmektedir. Taktilerinin biri olan renk zaman içerisinde üreticilerinde bu noktaya sentetik olarak elde edilmesinin olumlu yönde destekleyecek antilipidemik etkilerle betalain pigmentinin alternatif bir renklendirici olarak kullanılması

Serra, AB., Poojo, J., Matas, A.S., Bronze, MR., Duarte, CMM. "Evaluation of *Opuntia* spp. derived products as antiproliferative agents in human colon cancer cell line (HT29)", *Food Research International* 54(1), 892-901, 2013.

Spekkanth, D., Arunasree, MK., Roy, KR., Chandramohan Reddy, T., Reddy, GV., Reddanna, P. "Betainin, a betacyanin pigment purified from fruits of *Opuntia ficus-indica* induces apoptosis in human chronic myeloid leukemia cells", *Phytomedicine* 14(11), 739-746, 2007.

Y. S. 3. OMS. "Comparison of Yield and Quality of Red Beet Roots Cultivated Using Conventional Integrated and Organic Method", *Journal of Horticultural Research* 21(1), 107-114, 2013.

8 Kaynaklar

[1] Azeredo, HMC. "Betalains: Properties, sources, applications, and stability: A review". *International Journal of Food Science and Technology* 45(12), 2365-2376, 2010.

[2] Rodríguez-Sánchez, JA., y Victoria, CMT., Barragán

[14] Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat, Y., Panghal, A. "Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: A critical review". *Food Chemistry* 272, 192-200, 2019.

[15] Kumar, SS., Manoj, P., Shetty, NP., Prakash, M., Girdhar, P. "Characterization of major betalain

- pigments-gomphrenin, betanin and isobetanin from Basella rubra L. and evaluation of efficacy as a natural colourant in product (ice cream) development *Journal of Food Science and Technology* 52(8), 4994-5002, 2015.
- [16] Swarna, J., Lokeswari, T.S., Smita, M., Ravindhran, R. "Characterisation and determination of *in vitro* antioxidant potential of betalains from Talinum triangulare (Jacq.) Willd *Food Chemistry* 141(4), 4382-4390, 2013.
- [17] Sanchez-Gonzalez, N., Jaime-Fonseca, M.R., San Martín Martínez, E., Zepeda, L.G. "Extraction, stability, and separation of betalains from opuntia joconostle cv. using response surface methodology *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(49), 1199-512004, 2013.
- [18] Slatnar, A., Stampar, F., Veberic, R., Jakopic, J. "HPLC-MS Identification of Betalain Profile of Different Beetroot (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris*) Parts and Cultivars *Journal of Food Science* 80(9), 1952-1958, 2015.
- [19] Yu, ZH., Han, YN., Xiao, XG. "A PPO promoter from betalain-producing red swiss chard, directs petiole and root preferential expression of foreign gene in anthocyanin-producing plants *International Journal of Molecular Sciences* 16(11), 27032-27043, 2015.
- [20] Li, H., Deng, Z., Liu, R., Zhu, H., Draves, J., Marcone, M., Sun, Y., Tsao, R. "Characterization of phenolics, betacyanins and antioxidant activities of the seed, leaf, sprout, flower and stalk extracts of three *Amaranthus* species *Journal of Food Composition and Analysis* 75-81, 2015.
- [21] Robert, P., Torres, V., García, P., Vergara, C., Sáenz, C. "The encapsulation of purple cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) pulp by using polysaccharide proteins as encapsulating agents *LWT - Food Science and Technology* 60(2), 1039-1045, 2015.
- [22] de Mello, FR., Bernardo, C., Dias, CO., Gonzaga, L., Amante, ER., Fett, R., Candido, LMB. "Antioxidant properties, quantification and stability of betalains from pitaya (*Hylocereus undatus*) *Revista Rural* 45(2), 323-328, 2015.
- [23] Kumar, SS., Manoj, P., Giridhar, P., Shrivastava, R., Bharadwaj, M. "Fruit extracts of *Basella rubra* are rich in bioactives and betalains exhibit antioxidant activity and cytotoxicity against human cervical carcinoma cells *Journal of Functional Foods* 15, 509-515, 2015.
- [24] Hani, NM., Romli, SR., Ahmad, M. "Influences of red pitaya fruit puree emulsifying agents on the physico-mechanical properties and quality changes of gummy confection *International Journal of Food Science and Technology* 50(2), 333-339, 2015.
- [25] Gengatharan, A., Dykes, GA., Choo, WS. "Stability of betacyanin from red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) and its potential application as a natural colourant in milk". *International Journal of Food Science and Technology* 51(2), 427-434, 2016.
- [26] Obón, JM., Castellar, MR., Alacid, M., Fernández-López, JA. "Production of red-purple food colorant from *Opuntia stricta* fruits by spray drying and its application in food model systems *Journal of Food Engineering* 90(4), 474-479, 2009.
- [27] Khan, MI., Giridhar, P. "Plant betalains: Chemistry and biochemistry *Phytochemistry* 117, 267-295, 2015.
- [28] Schaefer, HM., Schaefer, V., Levey, DJ. "How plant-animal interactions signal new insights in communication *Trends in Ecology and Evolution* 19(11), 577-584, 2004.
- [29] Leonard, AS., Papaj, DR. "Possible benefits of nectar guides to bees and plants *Functional Ecology* 25(6), 1293-1301, 2011.
- [30] Delgado-Vargas, F., Paredes-López, O. *Natural Colorants for Food and Nutraceutical Uses*. Boca Raton, US, CRC Press, 2002.
- [31] Strack, D., Vogt, T., Schliemann, W. "Recent advances in betalain research *Phytochemistry* 62(3), 247-269, 2003.
- [32] Chung, HH., Schwinn, KE., Ngo, HM., Lewis, DH., Massey, B., Calcott, KE., Crowhurst, R., Joyce, DC., Gould, KS., Davies, KM., Harrison, DK. "Characterisation of betalain biosynthesis in *Parakeelya* flowers identifies the key biosynthetic gene DOD as belonging to an expanded LigB gene family that is conserved in betalain-producing species *Frontiers in Plant Science* 6, 1499, 2015.
- [33] Herbach, KM., Stintzing, FC., Carle, R. "Betalain stability and degradation: Structural and chromatic aspects *Journal of Food Science* 71(4), 415-0, 2006.
- [34] Rebecca, OS., Boyce, AN., Chandran, S. "Pigment identification and antioxidant properties of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) *African Journal of Biotechnology* 9(10), 1450-1454, 2010.
- [35] Khan, MI. "Stabilization of betalains: A review *Food Chemistry* 197, 1280-1285, 2016.
- [36] Gonçalves, LCP., Trassi, MADS., Lopes, NB., Dörr, FA., Dos Santos, MT., Baader, WJ., Oliveira, VX., Bastos, EL. "A comparative study of the purification of betanin *Food Chemistry* 131(1), 231-238, 2012.
- [37] Paciulli, M., Medina-Meza, IG., Chiavaro, E., Barbosa-Cánovas, GV. "Impact of thermal and high pressure processing on quality parameters of beetroot (*Beta vulgaris* L.). *LWT - Food Science and Technology* 69, 98-104, 2016.
- [38] Ravichandran, K., Palaniraj, R., Saw, NMMT., Gabr, AMM., Ahmed, AR., Knorr, D., Smetanska. "Effects of different encapsulation agents and drying process on stability of betalains extract *International Journal of Food Science and Technology* 49(9), 2216-2221, 2014.
- [39] Esatbeyoglu, T., Wagner, AE., Schini-Kerth, VB., Rimbach, G. "Betanin: A food colorant with biological activity. *Molecular Nutrition and Food Research* 59(1), 364-7, 2015.
- [40] M.J. Cejudo-Bastante, N. Hurtado, F.J. Heredia. "Potential use of new Colombian sources of betalains. Colorimetric study of red prickly pear (*Opuntia dillenii*) extracts under different technological conditions, *Food Research International*. 71 (2015) 91-99. doi:10.1016/j.foodres.2015.02.011.

- [41] Slavov, A., Karagyozev, V., Denev, P., Kratchanova, M., Kratchanov, C. "Antioxidant activity of red beet juices obtained after microwave and thermal pretreatments" *Czech Journal of Food Science* 31(2), 139-147, 2013.
- [42] Ravichandran, K. Saw, NMMT., Mohdaly, AAA., Gabr, AMM., Kastell, A., Riedel, H., Cai, Z., Knorr, D., Smetanska, J. "Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity" *Food Research International* 50(2), 676-675, 2013.
- [43] Khan, M.I., Giridhar, P. "Enhanced chemical stability, chromatic properties and regeneration of betalains in *Rivina humilis* L. berry juice" *WT - Food Science and Technology* 58(2), 649-657, 2014.
- [44] Celli, G.B., Brooks, M.S.L. "Impact of extraction and processing conditions on betalains and comparison of properties with anthocyanins: A current review" *Food Research International* 100, 501-509, 2017.
- [45] Ramli, N.S., Ismail, P., Rahmat, A. "Influence of conventional and ultrasound-assisted extraction on phenolic contents, betacyanin contents, and antioxidant capacity of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*)" *Scientific World Journal* 2014.
- [46] Hilou, A., Millogorasolodimby, J., Nacoulma, O.G. "Betacyanins are the most relevant antioxidant molecules of *Amaranthus spinosus* and *Boerhavia erecta*" *Journal of Medicinal Plants Research* 7(11), 645-652, 2013.
- [47] Handayani, M.N., Khoerunnisa, I., Cakrawati, D., Sulastri, A. "Microencapsulation of Dragonfruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel Extract Using Maltodextrin" *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* January 2018.
- [48] Prakash Marad, Manikandan S., Mekala, V. "Modeling and optimization of betalain extraction from *Opuntia ficusindica* using Box-Behnken design with desirability function" *Industrial Crops and Products* 49, 304-311, 2013.
- [49] Maran, J.P., Priya, B. "Multivariate statistical analysis and optimization of ultrasound-assisted extraction of natural pigments from waste beet stalks" *Journal of Food Science and Technology* 53(9), 7927-799, 2016.
- [50] Loginova, K.V., Lebovka, N.I., Vorobiev, E. "Pulsed electric field assisted aqueous extraction of colorants from red beet" *Journal of Food Engineering* 106(2), 127-133, 2011.
- [51] Nunes, A.N., do Carmo, C., Duarte, C.M.M. "Production of a natural red pigment derived from *Opuntia* spp. using a novel high pressure assisted process" *RSC Advances* 5(101), 83106-83114, 2015.
- [52] Stintzing, F.C., Carle, R. "Betalains - emerging prospects for food scientists" *Trends in Food Science and Technology* 18(10), 514-525, 2007.
- [53] Sravan Kumar S., Manoj, P., Giridhar, P. "A method for red-violet pigments extraction from fruits of Malabar spinach (*Basella rubra*) with enhanced antioxidant potential under fermentation" *Journal of Food Science and Technology* 52(5), 303-304, 2015.
- [54] Coria-Cayupán, Y., Nazareno, M.A. "Cactus betalains can be used as antioxidant colorants protecting food constituents from oxidative damage" *Acta Horticulturae* 1067, 319-325, 2015.
- [55] Kumar, V., Kushwaha, R., Goyal, A., Tanwar, B., Kaur, J. "Process optimization for the preparation of antioxidant rich ginger candy using beetroot pomace extract" *Food Chemistry* 245, 168-177, 2018.
- [56] Kharrat, N., Salem, H., Mrabet, A., Aloui, F., Triki, S., Fendri, A., Gargouri, Y. "Synergistic effect of polysaccharides, betalain pigment and phenolic compounds of red prickly pear (*Opuntia stricta*) in the stabilization of salami" *International Journal of Biological Macromolecules* 111, 564-568, 2018.
- [57] Turp, G.Y., Kazan, H., Ünübol, H. "Sosis Üretiminde ÖS... & j... a... §... !... s... Y... Y... j... -... ¥... 2... j... a... °... ¥... «... \$... s... a... œ... s... ®... («... ¶... ±... Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 12(2), 2016.
- [58] Albano, C., Negro, C., Tommasi, N., Gerardi, C., Mita, G., Miceli, A., De Bellis, L., Blando, F. "Betalains, Phenols and Antioxidant Capacity in Cactus Pear [*Opuntia ficusindica* (L.) Mill.] Fruits from Apulia (South Italy) Genotypes" *Antioxidants* 4(2), 269-280, 2015.
- [59] Wroblewska, M., Juskiwicz, J., Wiczowski, W. "Physiological properties of beetroot crisps applied in standard and dyslipidaemic diets of rats" *Aspects in Health and Disease* 10(1), 178, 2011.
- [60] Naselli, F., Tesoriere, L., Caradonna, F., Bellavia, D., Attanzio, A., Gentile, C., Livrea, M.A. "Anti-proliferative and proapoptotic activity of whole extract and isolated indicaxanthin from *Opuntia ficusindica* associated with activation of the p16INK4a gene in human colorectal carcinoma (C2) cells" *Biochemical and Biophysical Research Communications* 450(1), 652-658, 2014.
- [61] Hobbs, D.A., Goulding, M.G., Nguyen, A., Malaver, T., Walker, C.F., George, T.W., Methven, L., Lovegrove, J.A. "Acute Ingestion of Beetroot Bread Increases Endothelium-Independent Vasodilation and Lowers Diastolic Blood Pressure in Healthy Men: A Randomized Controlled Trial" *Journal of Nutrition* 143(9), 1399-1405, 2013.
- [62] Vidal, P.J., López-Nicolás, J.M., Gandía-Herrero, F., García-Carmona, F. "Inactivation of lipoxygenase and cyclooxygenase by natural betalains and -semi synthetic analogues" *Food Chemistry* 154, 246-254, 2014.
- [63] Faridah, A., Holinesti, R., Syukri, D. "Betalains from Red Pitaya Peel (*Hylocereus polyrhizus*): Extraction, Spectrophotometric and HPLC-DAD identification, bioactivity and toxicity screening" *Pakistan Journal of Nutrition* 14, 976-982, 2015.
- [64] Sakihama, Y., Maeda, M., Hashimoto, M., Tahara, S., Hashidoko, Y. "Beetroot betalain inhibits peroxynitrite-mediated tyrosine nitration and DNA strand cleavage" *Free Radical Research* 46(1), 93-99, 2012.
- [65] Gengatharan, A., Dykes, G.A., Choo, W.S. "Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods" *WT - Food Science and Technology* 64(2), 645-649, 2015.
- [66] Esatbeyoglu, T., Wagner, A.E., Motafakkerzad, R.,

- Nakajima, Y., Matsugo S., Rimbach, G. "Free radical scavenging and antioxidant activity of betanin: Electron spin resonance spectroscopy studies and studies in cultured cells" *Food and Chemical Toxicology* 73, 119-126, 2014.
- [67] Canadanovic-Brunet, J.M., Savatovic S.S., Cetkovic G.S., Vulic, J.J., Djilas, S.M., Markov, S.L., Cvetkovic, D.D. "Antioxidant and Antimicrobial Activities of Beet Root Pomace Extracts" *Czech Journal of Food Sciences* 29(6), 575-585, 2011.
- [68] Allegra, M., Tesoriere, L., Livrea, M. "Betanin inhibits the myeloperoxidase/nitrite-induced oxidation of human low density lipoprotein's" *Free Radical Research* 41(B), 335-341, 2007.
- [69] Hayek, S.A., Ibrahim, S.A. "Antimicrobial activity of xonostle pears (*Opuntia matudae*) against *Escherichia coli* O157:H7 in laboratory medium" *International Journal of Microbiology* 6(2), 2012.
- [70] * ; " ¥ Å AS, ; § ¥ ° § DD, M. Å Djilas, S.M., "Antibacterial activity of beta vulgaris L. pomace extract" *Acta Periodica Technologica* 2, 263-269, 2011.

Düzenlenmemib Sürüm - Uncorrected Version