

南阳灰色小麦色素的变色范围与吸收光谱特性

高向阳^{1,2}, 朱盈蕊³, 高道竹⁴, 王长青²

(1. 郑州科技学院 食品科学与工程系, 河南 郑州 450064; 2. 河南农业大学
食品科学技术学院, 河南 郑州 450002; 3. 郑州市质量技术监督检验检测中心,
河南 郑州 450006; 4. 江南大学食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘要:探讨南阳彩色小麦色素的变色范围和吸收光谱等特性,为该资源的科学利用和开发提供参考。以南阳灰麦为材料,用酸性乙醇溶液超声波辅助浸提色素后,用酸碱滴定法和分光光度法测定。结果表明:在可见光区,色素乙醇溶液的最大吸收波长为 541 nm,变色范围为 pH 4.75 ~ 6.58;灰麦色素是较理想、经济的环保型酸碱指示剂,也可作为天然着色剂和抗氧化剂等食品添加剂加以开发利用。

关键词:彩色小麦;色素;变色范围;吸收光谱

中图分类号:TS 202;S 512.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2015)05-0068-04

Absorption spectral characteristics and colour range of pigment in Nanyang grey wheat

GAO Xiang-yang^{1,2}, ZHU Ying-rui³, GAO Qiu-zhu⁴, WANG Chang-qing²

(1. Department of Food Science and Engineering, Zhengzhou Institute of Science and Technology,
Zhengzhou Henan 450064;

2. College of Food Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou Henan 450002

3. Zhengzhou Quality and Technology Supervision and Testing Center, Zhengzhou Henan 450006;

4. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi Jiangsu 214122)

Abstract: The absorption spectral characteristics and colour range of pigment in Nanyang grey wheat was studied, which provided reference for scientific utilization and development of the pigment. Nanyang grey wheat was soaked in acidic ethanol to extract pigment by ultrasonic. The pigment was determined by acid-base titration and spectrophotometry. The results showed that in the visible region the maximum absorption wavelength lied at 541 nm, colour range was pH 4.75 ~ 6.58. The pigment in grey wheat is a relatively ideal, economical and environmentally friendly acid-base indicator, it can be developed and used as a natural colorant and antioxidant in food.

Keywords: color wheat; pigment; colour range; absorption spectra

天然食用色素是一种天然食品添加剂,可用于食品着色^[1]。大多数天然色素来自可食用的动植物组织,安全、无毒、品种多样、资源丰富、选择性较强,有一定的药理作用和应用价值^[2]。食用色素可以清除体内的自由基,降低血清胆固醇,预防心脑血管疾病等多种功能^[3]。

南阳彩色小麦是一类新型的小麦品种,有紫、

蓝、绿、灰等颜色,是我国宝贵的种质资源,因富含钙、铁、锌、碘、硒等多种微量元素,被称为保健小麦,具有较高的营养品质和保健价值^[4-5]。彩麦中含有数倍于普通小麦以花青素类为主的天然色素^[6],主要有飞燕草色素、天竺葵色素、芍药色素、矢车菊色素、牵牛花色素和锦葵色素^[7-8]。超声波提取色素具有提取时间短,设备简单,操作方便等优点,并可有效防止热敏性成分的高温分解^[9],在食品科学等领域得到广泛应用。

收稿日期:2015-02-12

基金项目:河南省科技攻关项目(JB02-0624430003)

作者简介:高向阳,1949年出生,男,教授。

南阳灰麦色素的变色范围及吸收光谱的特性至今未见文献报道,本实验用酸性乙醇溶液超声波辅助浸提色素,用酸碱滴定法测定色素的变色范围,用分光光度法扫描色素的光谱吸收曲线。为该宝贵种质资源色素的开发利用以及功能性食品的研制提供科学参考,有利于促进彩色小麦产业的多元化良性发展,有一定推广价值和积极的社会意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

灰色小麦:产自河南省南阳市唐河县桐寨铺镇高营村,长粒,外观呈灰色,籽粒饱满,胚部完整,胚乳呈灰白色。

1.2 仪器及试剂

电热恒温鼓风干燥箱:上海跃进医疗器械有限公司;A10 型微型粉碎机:Janke & Kunkel GmbH. COKG 公司;pH211 型酸度计:意大利 HANNA 设备有限公司;SB 5200 DTD 型超声波清洗器:宁波新芝生物科技股份有限公司;LTD6 循环水浴箱:英国 Grant 公司;VARIANCARY 300 Conc 型紫外可见分光光度计:美国瓦里安公司。

37% 盐酸(AR):烟台市双双化工有限公司;氢氧化钠(AR)、95% 无水乙醇(GR):国药集团化学试剂有限公司。

1 mol/L 氢氧化钠溶液:称取 10 g 氢氧化钠于 100 mL 烧杯中,加去离子水 250 mL 溶解,倒入塑料试剂瓶中保存,用时逐级稀释至 0.1 mol/L。

0.1 mol/L 盐酸溶液:量取 9 mL 浓盐酸定容到 1 L,混匀备用。

1.3 实验方法

1.3.1 样品的预处理

灰麦除杂后用自来水洗净,去离子水洗 2~3 遍,置于瓷盘中于 35℃ 恒温箱中烘干,分别称取 40 g 左右,用粉碎机粉碎,分别过 20、40、60 和 80 目不锈钢网筛,贮存于广口瓶中备用。

1.3.2 测定色素变色范围

称取 20 目样品 2 g 于 50 mL 比色管中,加体积分数为 95% 的 pH 1.0 的酸性乙醇溶液 20 mL,40℃ 超声提取 40 min,取上部紫红色溶液在 5 000 r/min 离心机上分离 5 min,上清液转入小烧杯中,用 0.1 mol/L NaOH 溶液滴定色素溶液,记录溶液的颜色并及时用酸度计测定相应的 pH 值。待溶液为粉红色时,每加 1 滴或半滴 NaOH 溶液,测一次 pH

值,观察其颜色变化^[10]。变色范围为溶液由粉红色经灰色到突变为绿色时的 pH 范围,平行测定三次,根据测定的 H⁺ 离子浓度均值计算结果。

1.3.3 色素提取液吸收曲线扫描

称取 20 目样品 2 g 于 50 mL 比色管中,加 20 mL 体积分数为 95% 的 pH 1.0 的酸性乙醇溶液,40℃ 超声提取 40 min,取上部紫红色溶液在 5 000 r/min 离心机上分离 5 min,收集上清液,启动分光光度计系统软件,在设置好的仪器条件下进行光谱扫描。

分光光度计设置的仪器条件为:预热时间 30 min、石英比色皿、扫描波长范围 200~700 nm、扫描间隔 1 nm。按仪器说明书操作,扫描色素提取液,仪器自动记录吸收曲线。

2 结果与分析

2.1 色素提取液吸收波长的选择

按 1.3.3 步骤操作,仪器自动记录的灰麦色素吸收光谱曲线如图 1。

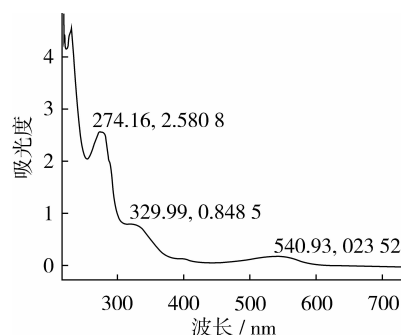


图1 色素提取液的吸收曲线

由图 1 知,灰麦色素酸性乙醇溶液 3 个吸收峰波长依次是 274.16、329.99 和 540.93 nm,根据文献可判断色素中含有花色苷类物质且色素分子含有酰基^[11]结构。描述花色苷溶液的颜色变化的参数主要是可见区的 $\lambda_{\max}$ ^[12],因此,为操作方便,选择 541 nm 作为测定的吸收波长,并在 400~700 nm 可见光区再次扫描予以确认,结果如图 2。

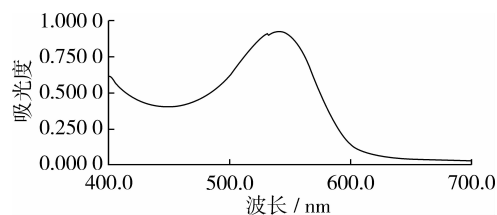


图2 灰麦色素酸性液的吸收曲线

2.2 样品粒度的选择

称取 20、40、60 和 80 目灰麦全粉各 2 g(精确至 1 mg),分别置于 50 mL 比色管中,加入 pH 1.0 的

70% 乙醇 20 mL, 40 ℃ 超声波提取 40 min, 离心后取上清液, 在 541 nm 波长下测定吸光度, 结果如图 3。

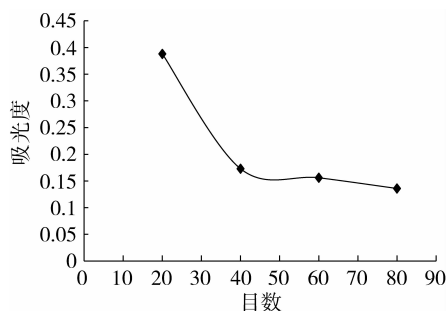


图3 样品粒度对溶液吸光度的影响

由图 3 知, 吸光度随样品筛目数的升高而下降, 因此, 选择 20 目样品提取色素。

2.3 乙醇体积分数和酸度的选择

称取 20 目样品 2 g(精确至 1 mg), 置于 50 mL 比色管中。分别加 pH1.0, 体积分数为 30%、40%、50%、60%、70%、80%、85% 以及 95% 的乙醇溶液 20 mL, 40 ℃ 超声波提取 40 min, 离心后测定吸光度, 结果如图 4。

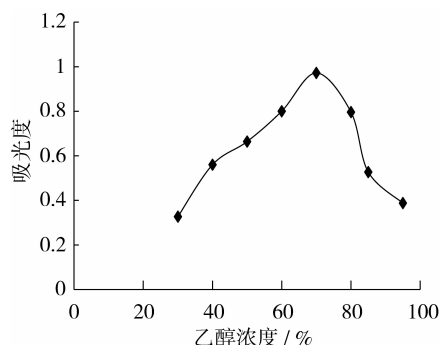


图4 乙醇体积分数对溶液吸光度的影响

由图 4 知, 提取色素最佳的乙醇体积分数为 70%。

称取 20 目样品 2 g(精确至 1 mg), 置于 50 mL 比色管中。分别加入 pH0.5、pH 1.0、pH 1.5、pH 2.0、pH 2.5 的 70% 乙醇溶液 20.00 mL, 40 ℃ 超声波提取 40 min, 离心后测定溶液吸光度, 结果如图 5。

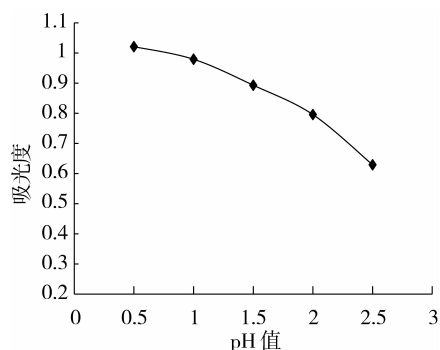


图5 pH 对溶液吸光度值的影响

由图 5 可知, pH 值越低吸光度越大。但 pH0.5 时色素色泽不如 pH1.0 澄清明亮, 因此提取液 pH1.0 为最佳提取酸度。

2.4 料液比的选择

称取 20 目样品 2 g(精确至 1 mg), 置于 50 mL 比色管中。按样品质量与溶液体积为 1:10、1:15、1:20、1:25 的比例, 加入 pH1.0 的 70% 乙醇, 40 ℃ 超声提取 40 min, 离心后, 测定溶液吸光度。结果表明, 料液比为 1:10(g/mL) 提取时结果较为理想。

2.5 超声提取条件的选择

实验所用超声波清洗器的固定功率为 200 W、工作频率为 25 kHz。称取 5 份 20 目样品 2 g(精确至 1 mg), 分置于 50 mL 比色管中, 各加 pH1.0 的 70% 乙醇溶液 20 mL, 在 20、30、40、50 和 60 ℃ 超声提取 40 min, 离心后测定, 结果如图 6。

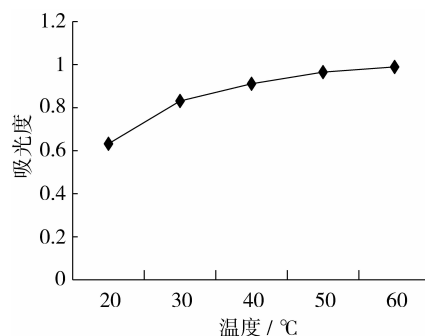


图6 提取温度对溶液吸光度值的影响

由图 6 可知, 吸光度随提取温度升高而增加, 从节能、色素稳定和省时间等方面考虑, 40 ℃ 为最佳提取温度。对 40 ℃ 提取的试液保持 20、30、40、50 和 60 min 后测定。

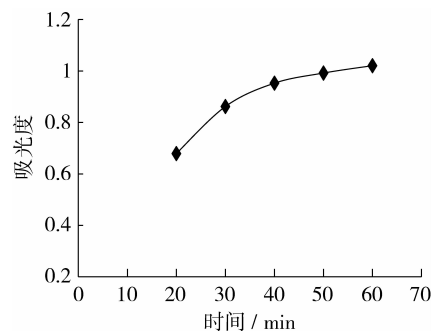


图7 提取时间对溶液吸光度值的影响

由图 7 可知, 吸光度随超声时间增加而增大, 考虑工作效率, 选择 40 min 超声提取灰麦色素。

2.6 色素变色范围的测定结果

按 1.3.2 步骤测定, 结果如表 1。由表 1 可知, pH < 4.75, 溶液呈色素的酸式颜色(红色), pH >

6.58 溶液呈色素的碱式色(绿色),中间色为近于无色的灰色(过渡色)。由此可知,灰麦色素的变色范围为 pH 4.75~6.58。

表1 不同 pH 下溶液颜色的变化

pH 值	0.59~0.87	1.08~3.11	3.29~4.75	4.93~6.29	6.58~8.32	8.57~13.67
颜色	橘红色	紫红色	浅红色	灰色或近无色	绿色	黄绿色
状态	少许沉淀	澄清透明	稍有浑浊	浑浊	浑浊少许沉淀	絮状沉淀

2.7 讨论

灰色小麦是南阳彩色小麦的主要品种,种质来源易得,色素的利用有广阔的开发前景。试验表明:滴定终点时,色素试液滴加半滴氢氧化钠溶液,试液的颜色即可发生明显突变,变色敏锐。因此,灰麦色素是较为理想、经济的环保型酸碱指示剂。它来源广泛,不污染环境,安全价廉,提取方便,有优于化学合成指示剂的诸多特点。

鉴于灰麦色素溶液在酸性条件下呈红色,稳定性较好以及特殊的保健作用,可以作为果汁以及酸性饮料的天然着色剂以及抗氧化剂等食品添加剂加以开发利用。

3 结论

灰色小麦色素最佳提取工艺条件为:pH 1.0 体积分数为 70% 的乙醇作提取剂,料液比为 1:10,40℃超声波浸提 40 min。当 $1.08 \leq \text{pH} \leq 3.11$,色素溶液为紫红色; $3.29 \leq \text{pH} \leq 4.75$,色素溶液呈浅红色; $4.93 \leq \text{pH} \leq 6.29$,色素溶液近于无色; $6.58 \leq \text{pH} \leq 8.32$,色素溶液呈稍有沉淀物的绿色;pH 大于 8.57,色素一直保持黄绿色。在 pH 4.75~6.58 范围内变色敏锐,可作为酸碱指示剂使用。鉴于色素在酸性条件下比较稳定,可用作酸性饮料的天然着色剂和抗氧化剂,是较为理想、廉价、环保的食品添加剂,也可探讨在弱碱性介质中加以科学开发利用。

参考文献:

- [1] 权伍荣,金铁,李铨军. 食品天然色素的特点、分类及发展前景[J]. 延边大学农学报,2012,34(2):181-184.
- [2] 苗璇. 食用天然色素研究应用现状及其发展前景展望[J]. 化工

管理,2013(5):5-7.

- [3] 朱洪波,巩江,倪士峰,等. 食用天然色素的化学成分及保健作用研究概况[J]. 西北药学杂志,2010,25(2):156-158.
- [4] 余叶. 南阳市培育彩色小麦[J]. 计算机与农业,2002(6):51-51.
- [5] 周忠普,李航. 富含微量元素的彩色保健小麦[J]. 农业新技术,2003(6):23-23.
- [6] 李伟. 黑粒小麦麸皮中花色苷组分的分离、鉴定及抗氧化功能的研究[D]. 山东:山东农业大学,2011.
- [7] 于东,陈桂星,忠祥. 花色苷提取、分离纯化及鉴定的研究进展[J]. 食品与发酵工业,2009,35(3):127-133.
- [8] 张水军,张军兵,熊勇. 天然食用色素的研究进展[J]. 中国食品添加剂,2014(8):172-177.
- [9] 余杰,郭慧敏,陈美珍. 河东乌麦色素提取及其理化性质的研究[J]. 食品与发酵工业,2002(11):12-16.
- [10] 方荣美. 萝卜红色素作酸碱指示剂的研究[J]. 重庆三峡学院学报,2001,17:182-184
- [11] 唐晓珍,刘宾,姜媛,等. 酸化乙醇法提取紫色小麦麸皮色素的工艺条件研究[J]. 中国粮油学报,2008,23(5):24-27.
- [12] 余陈,何正标,王敏,等. 双波长分光光度法测定有机弱酸弱碱的离解常数[J]. 分析科学学报,2007,23(4):401-404. ⑧



粮食与食品工业

CEREAL & FOOD INDUSTRY

双月刊, 邮发代号: 28-197 ISSN 1672-5026
CN 32-1710/TS

- C.N.K.I中国期刊全文数据库收录期刊
- 万方数据中国数字化期刊网收录期刊
- 中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊
- 中文科技期刊数据库收录期刊

《粮食与食品工业》杂志是集粮油基础理论、实际应用于一体的综合科技期刊,已成为米、面、油、食品、淀粉及深加工、仓储、检化验等行业发布新技术、新产品、新成果信息的良好载体,工程技术人员交流技术、切磋技艺的合适平台,是中国粮油学会食品分会、油脂分会和发酵面食分会会刊。主要设置专题综述、粮油工程、食品科技、生物工程、粮食流通技术、粮油建筑工程、粮油装备与自动控制、粮油市场、发酵面食、标准与检测、信息传递等栏目。国内外公开发行,双月15日出版,大16K本。

订阅方法:

- 邮发代号: 28-197, 全国各邮局(所)均可订阅, 每期定价8元, 全年定价48元。
- 现金订阅: 直接通过邮局汇款至《粮食与食品工业》编辑部订阅, 全年定价60元(包括平邮邮费), 本处常年办理订阅业务。
- 银行汇款:
 - 帐户: 无锡中粮工程科技有限公司
 - 开户行: 江苏银行无锡城郊支行
 - 帐号: 881010188900000277

地址: 无锡市惠河路186号 《粮食与食品工业》编辑部
邮编: 214035 电话: 0510-85867384, 85867515-660
传真: 0510-85867384 E-mail: lssygy@126.com