

葵花籽油体富集物添加量对低脂冰淇淋浆料及产品品质的影响

周莉,赵路苹,刘莹,马彩虹,尹彦霖,王丹,韩杰,丁秀臻

(山东农业大学食品科学与工程学院,山东省高校食品加工技术与质量控制重点实验室,
山东省粮食加工技术工程技术研究中心,山东泰安271018)

摘要:为了探究葵花籽油体富集物在冰淇淋中应用的可行性,以葵花籽油体富集物作为脂肪来源制备低脂冰淇淋,在无均质条件下研究葵花籽油体富集物添加量对低脂冰淇淋浆料和产品品质的影响。结果表明:冰淇淋浆料的黏度、储能模量和损耗模量都随葵花籽油体富集物添加量的增加而增大,当葵花籽油体富集物添加量为3.5%~4.0%时黏度与对照组相当;浆料中不易流动水和结合水的比例随着葵花籽油体富集物添加量的增加逐渐增大,在4.0%时达到最大;冰淇淋的膨胀率和抗融率随着葵花籽油体富集物添加量的增加先增大后减小;添加葵花籽油体富集物的冰淇淋色泽较差;冰淇淋的硬度和咀嚼性变化规律一致,都是随着葵花籽油体富集物添加量的增大呈现先减小后增大的趋势,弹性变化则相反;冰淇淋黏附性随着葵花籽油体富集物添加量的增加而升高;葵花籽油体富集物添加量为2.5%时冰淇淋感官评分最高。合适的葵花籽油体富集物添加量可以起到与棕榈油相似的效果,因此葵花籽油体富集物可以应用在冰淇淋中。

关键词:葵花籽油体;冰淇淋;浆料;品质

中图分类号:TS221;TS277

文献标识码:A

文章编号:1003-7969(2023)08-0121-08

Effect of dosage of sunflower seed oil body enrichment on the quality of low fat ice cream slurry and product

ZHOU Li, ZHAO Luping, LIU Ying, MA Caihong, YIN Yanlin,
WANG Dan, HAN Jie, DING Xiuzhen

(Engineering and Technology Center for Grain Processing of Shandong Province, Key Laboratory of Food Processing Technology and Quality Control in Shandong Province, College of Food Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, Shandong, China)

Abstract: In order to investigate the feasibility of using sunflower seed oil body enrichment in ice cream, low fat ice cream was prepared with sunflower seed oil body enrichment as the fat under the condition of non-homogenization. The effect of the dosage of the oil body enrichment on the quality of low fat ice cream slurry and product was explored. The results showed that the viscosity, storage modulus and loss modulus of ice cream slurry increased with the increase of the oil body enrichment dosage. When the dosage of oil body enrichment was 3.5% - 4.0%, the viscosity was equivalent to that of the control group. The proportion of non-flowing water and bound water in the slurry increased gradually with the increase of the dosage of oil body enrichment, reaching the maximum at 4.0%. The expansion rate and anti-melting rate of ice cream

products first increased and then decreased as the increase of the oil body enrichment dosage. The color of ice cream with sunflower seed oil body enrichment was poor. The hardness and chewability of ice cream showed the same change law, which first decreased and then increased with the increase of the oil body enrichment dosage, while the

收稿日期:2022-05-03;修回日期:2023-04-09

基金项目:山东省重点研发公益类专项(2019GNC106075);
国家自然科学基金(31901637,31872889);山东省高等学校
科技计划项目(J18KA171)

作者简介:周莉(1998),女,硕士研究生,研究方向为粮
食、油脂与植物蛋白工程(E-mail)1179436326@qq.com。

通信作者:丁秀臻,讲师,博士(E-mail)xzd@sdau.edu.cn。

elasticity changed in the opposite direction. The adhesion of ice cream increased with the increase of the oil body enrichment dosage. The sensory score of ice cream was the highest when the dosage of oil body enrichment was 2.5%. The appropriate dosage of sunflower seed oil body enrichment can produce a similar effect as palm oil, and sunflower seed oil body enrichment can be applied in ice cream.

Key words: sunflower seed oil body; ice cream; slurry; quality

油体是油脂在植物中的存在形式,其具有微胶囊结构,内部是甘油三酯,外层包裹着由磷脂和蛋白质构成的膜,这种特殊的结构也可看作是天然的乳化油滴粒子^[1-2]。因此,油体在加入其他体系时,无须添加乳化剂和均质,在食品加工领域中有很好的应用前景^[3]。

通过磨浆、过滤、离心等操作可从葵花籽中提取含有外源性蛋白的葵花籽油体。目前,针对葵花籽油体的研究集中在理化性质表征、消化特性方面。White 等^[4]研究发现,纯化的葵花籽油体乳膏表现出弱凝胶状行为,葵花籽油体乳液的流变性和稳定性与人工合成乳液相同,受 pH 和离子浓度的影响。White 等^[5]通过体外消化实验发现,相对于人工合成乳液,葵花籽油体消化速率较慢,食用后可以在生理上增加饱腹感,有效减少热量摄入。上述研究为葵花籽油体的应用提供了一种途径,即将稳定的油体应用到适当的食物系统中,但目前葵花籽油体在食品中的应用研究较少。

本研究以葵花籽油体富集物替代棕榈油来制作低脂冰淇淋,制作过程略去均质工艺,研究葵花籽油体富集物添加量对低脂冰淇淋浆料流变性、水分存在形式及冰淇淋膨胀率、抗融性、色泽、质构、感官品质的影响,探究葵花籽油体富集物在冰淇淋中应用的可行性,为油体在食品生产中的应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 原料与试剂

生葵花籽仁,宏盛农副产品加工厂;脱脂奶粉,内蒙古伊利实业集团有限公司;精制白砂糖(蔗糖),上海枫

未实业有限公司;棕榈油,上海嘉里粮油工业有限公司。

分子蒸馏单甘酯、卡拉胶、瓜尔豆胶,食品级,浙江一诺生物科技有限公司;黄原胶,食品级,河南万邦实业有限公司。

1.1.2 仪器与设备

ICM-700A 冰淇淋机,深圳前海甜果科技有限公司;TDZ5-WS 离心机,湘仪离心机仪器有限公司;CR-400 色差计,柯尼卡美能达公司;TA.XTC-18 质构仪,上海保圣科技有限公司;MCR120 模块化智能流变仪,Anton Paar 股份有限公司;J04010078 高压均质机,北京同和友德科技有限公司;NMI20-015V-I 低场核磁共振仪,苏州纽迈分析仪器股份有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 葵花籽油体富集物的制备

将生葵花籽仁用清水清洗 3 遍,洗去表面灰尘和杂质,加入葵花籽 9 倍质量的去离子水,磨浆,经四层纱布过滤去除滤渣,得到生浆料。将生浆料在 4 000 r/min 转速下离心 40 min,取上层油体富集物,于 4 °C 下贮存备用^[6]。

1.2.2 葵花籽油体富集物基本成分的测定

水分含量采用直接干燥法(GB 5009.3—2010)测定;蛋白质含量采用凯氏定氮法(GB 5009.5—2010)测定,转换系数为 5.30;脂肪含量采用索氏抽提法(GB 5009.6—2016)测定。

1.2.3 冰淇淋的制作

1.2.3.1 冰淇淋配方

对照组和实验组(S1~S6)冰淇淋浆料配方如表 1 所示。

表 1 冰淇淋浆料配方 %

原辅料	对照组	实验组					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6
蔗糖	15	15	15	15	15	15	15
脱脂奶粉	10	10	10	10	10	10	10
棕榈油	8	0	0	0	0	0	0
葵花籽油体富集物	0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
瓜尔豆胶	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
卡拉胶	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
黄原胶	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
单甘酯	0.2	0	0	0	0	0	0

注:配方中各物质添加量以质量分数计,葵花籽油体富集物添加量以其中的固形物含量计算

1.2.3.2 冰淇淋制作

工艺流程:按表1将原辅料混合→在60℃下溶解→80℃杀菌15 min→冷却(对照组冷却前在20 MPa下均质1次)→4℃下老化4 h得浆料→凝冻→硬化(-18℃)→冰淇淋。

操作要点:将蔗糖、脱脂奶粉、瓜尔豆胶、卡拉胶、黄原胶预先进行干混。将葵花籽油体富集物用水配制成均匀的乳液后再与其他原料混合。单甘酯先加入棕榈油中加热溶解,再与其他原料混合。

1.2.4 冰淇淋浆料性质的测定

1.2.4.1 黏度测定

将冰淇淋浆料放置于模块化智能流变仪的测量托盘上,选用PP50平行板夹具,测试距离设为1 mm,温度设为26℃,剪切速率为1~100 s⁻¹,采用log模式取点。根据幂律模型描述冰淇淋浆料的流动行为。幂律模型见式(1)。

$$\eta = K \times \gamma^{n-1} \quad (1)$$

式中: η 为剪切应力,Pa; K 为稠度系数,Pa·sⁿ; γ 为剪切速率,s⁻¹; n 为流体特征指数。

1.2.4.2 黏弹性测定

参照陈龙^[7]的方法,将冰淇淋浆料放置于模块化智能流变仪的测量托盘上,选用PP50平行板夹具,测试距离设为1 mm,温度设置为5℃。进行频率扫描,应变5%,角频率(ω)1~100 rad/s,对数规律变化,数据点密度8。测定不同样品的储能模量(G')和损耗模量(G'')。

1.2.4.3 水分存在形式及含量测定

参照杨洋等^[8]的方法,利用低场核磁共振仪探究浆料中的水分存在形式。取2 mL冰淇淋浆料到核磁管中,使用CPMG序列测定样品的横向弛豫时间(τ_2)。参数设置:采样点数(TD)299 978,采样频率(SW)200 kHz,谱仪频率(SF)21 MHz,射频延时(RFD)0.002 ms,偏移频率(O1)145 084.62 Hz,模拟增益(RG1)10.0,90°射频时间(P₁)14.00 μs,数字增益(DRG₁)3,前置放大器增益(PRG)1,采样时间间隔(TW)2 000.00 ms,累计采集次数(NS)16,180°射频时间(P₂)29.00 μs,回波时间(TE)0.300 ms,回波个数(NECH)5 000。通过反演软件对 τ_2 进行反演,得出每个样品的弛豫时间 τ_{21} (结合水)、 τ_{22} (不易流动水)、 τ_{23} (自由水)及相应的峰面积占比 S_{21} 、 S_{22} 、 S_{23} ,用 S_{21} 、 S_{22} 、 S_{23} 分别代表结合水、不易流动水和自由水的含量。

1.2.5 冰淇淋品质的测定

1.2.5.1 膨胀率测定

膨胀率(x)采用同体积法进行测定。测定公式

见式(2)。

$$x = (m_1 - m_2) / m_2 \times 100\% \quad (2)$$

式中: m_1 为一定体积冰淇淋浆料的质量,g; m_2 为相同体积下冰淇淋的质量,g。

1.2.5.2 融化率测定

参照周莉^[9]的方法,取70 g冰淇淋于2.5 mm(10目)筛网上,筛网下放烧杯接住滴落的液体,置于37℃恒温干燥箱中30 min。按式(3)计算融化率(x)。

$$x = (m_4 - m_3) / 70 \times 100\% \quad (3)$$

式中: m_3 为实验前烧杯的质量,g; m_4 为实验后烧杯的质量,g。

1.2.5.3 色差的测定

参照田文静等^[10]的方法,将制作的冰淇淋从冰箱中取出,在室温下用色差计迅速进行测定,每组样品进行3次平行实验。

1.2.5.4 质构的测定

参照Christos等^[11]的方法,将制作的冰淇淋在4℃下放置10 min后,在室温下进行质构测定,每个样品进行3次平行实验。探头选择TA/5,参数设置:测试距离20 mm,触发力5 g,测试前探头下降速度2 mm/s,测试速度3 mm/s,测试后探头回程速度5 mm/s。

1.2.5.5 冰淇淋感官评价

由10名具有感官评定经验的人员成立感官评定小组,对冰淇淋的色泽形态、气味、口感滋味和组织状态进行感官评定,评分标准见表2。去掉一个最高分,去掉一个最低分,计算平均值作为最终感官评分。

表2 冰淇淋感官评分标准

指标	评分标准	分值
色泽形态	形态完整,色泽鲜亮	20~25
	形态较完整,色泽较鲜亮	15~19
	形态不完整,色泽较鲜亮	10~14
	形态不完整,色泽欠鲜亮	5~9
	形态不完整,色泽不均匀	0~4
气味	香味浓郁	19~25
	香味较浓郁	12~18
	香味欠浓郁	6~11
	有不悦气味	0~5
口感滋味	口感润滑,甜度适中,滋味协调	19~25
	口感较润滑,甜度适中,滋味协调	12~18
	口感欠润滑,过甜或过淡	6~11
	口感粗糙,有酸涩感或其他不适滋味	0~5

续表 2

指标	评分标准	分值
组织状态	细腻, 颗粒度均一, 绵软, 无冰晶	20~25
	细腻, 颗粒度均一, 绵软, 稍有细小冰晶	15~19
	欠细腻, 颗粒不匀, 较绵软, 无冰晶	10~14
	较粗糙, 颗粒不匀, 较绵软, 稍有细小冰晶	5~9
	粗糙, 有明显颗粒, 冰晶明显	0~4

1.2.6 数据分析

应用 SPSS 25 软件对数据进行处理, 数据的显著性用 LSD 和邓肯法分析, $p < 0.05$ 时表示具有显著性差异。

2 结果与分析

2.1 葵花籽油体富集物基本成分

葵花籽油体富集物基本成分(湿基)为水分含量(30.82 ± 0.95)%、脂肪含量(64.42 ± 1.58)%、蛋白质含量(3.76 ± 0.03)%。

2.2 葵花籽油体富集物对冰淇淋浆料品质的影响

2.2.1 对黏度的影响

冰淇淋浆料黏度是影响冰淇淋品质的重要指标, 浆料黏度过小, 冰淇淋会产生冰水分离, 食之有冰渣感; 浆料黏度过大, 凝冻时空气不易混入, 产品的膨胀率低^[12]。对不同葵花籽油体富集物添加量下制备的冰淇淋浆料黏度进行测定, 考察葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋浆料黏度的影响, 结果如图 1 所示。

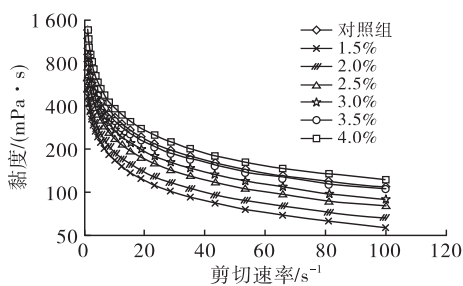
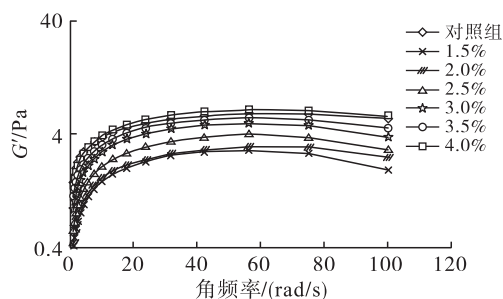


图 1 葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋浆料黏度的影响



由图 1 可看出, 随着剪切速率的增加, 冰淇淋浆料的黏度降低, 呈现剪切变稀的特性, 具有假塑性流体特性。研究表明, 具有假塑性流体特性的冰淇淋浆料可以生产口感良好的冰淇淋^[13]。由图 1 还可以看出, 随着葵花籽油体富集物添加量的增加, 冰淇淋浆料的黏度逐渐增大。除了葵花籽油体富集物添加量为 4.0% 的冰淇淋浆料, 其他添加量的冰淇淋浆料黏度均低于对照组, 其中葵花籽油体富集物添加量 3.5% 的冰淇淋浆料黏度与对照组的最为接近, 说明此添加量下葵花籽油体富集物可以产生与棕榈油接近的黏度效果。

冰淇淋浆料的黏度曲线幂律模型常数见表 3。

表 3 冰淇淋浆料的黏度曲线幂律模型常数

组别	n	$K/(\text{Pa} \cdot \text{s}^n)$	R^2
对照组	0.498 ± 0.012	1.026 ± 0.041^b	0.998
S1	0.524 ± 0.007	0.484 ± 0.013^f	0.993
S2	0.508 ± 0.004	0.574 ± 0.006^c	0.998
S3	0.520 ± 0.007	0.718 ± 0.007^d	0.997
S4	0.521 ± 0.008	0.876 ± 0.008^e	0.996
S5	0.496 ± 0.005	0.992 ± 0.016^b	0.997
S6	0.438 ± 0.076	1.280 ± 0.062^a	0.993

注: 同列上标字母不同表示差异显著 ($p < 0.05$)。下同

由表 3 可知, 所有冰淇淋浆料的 n 值均小于 1, 表示流体为非牛顿流体, 具有剪切变稀特性, 与黏度曲线表现出的现象一致。在实验组冰淇淋浆料中, 随着葵花籽油体富集物添加量的增加, K 值呈增大趋势, K 值越大表示冰淇淋浆料越黏稠, 并且实验组各冰淇淋浆料的 K 值之间呈现显著性差异 ($p < 0.05$), 说明葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋浆料的黏度有显著影响。葵花籽油体富集物添加量 3.5% 的冰淇淋浆料 K 值与对照组的 K 值最接近, 说明二者黏度相近, 与图 1 黏度曲线中表现出的结果一致。

2.2.2 对黏弹性的影响

葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋浆料黏弹性的影响如图 2 所示。

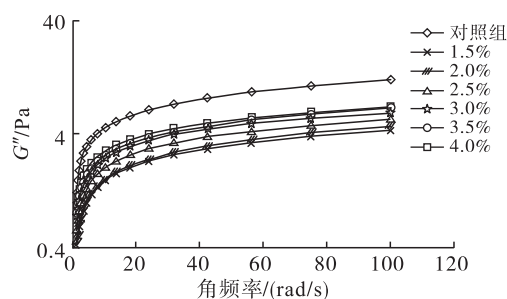


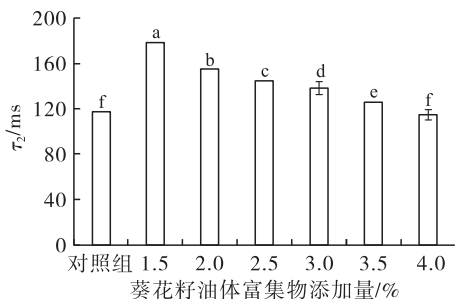
图 2 葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋浆料黏弹性的影响

由图2可看出,随着葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋浆料的储能模量(G')和损耗模量(G'')都呈现增大的趋势,这与冰淇淋浆料的黏度变化一致。角频率从1 rad/s升到100 rad/s过程中,对照组冰淇淋浆料的 G'' 一直大于 G' ,体系以黏性为主,浆料呈液态。而实验组的冰淇淋浆料在低角频率下, G' 大于 G'' ,角频率增大到一定程度后 G'' 大于 G' 。所以实验组冰淇淋浆料随着角频率的增加,体系先以弹性为主,后以黏性为主,冰淇淋浆料由固态转变为液态。随着葵花籽油体富集物添加量的增加,浆料体系从固态转化成液态所需要的角频率也逐渐增加。

由此可知,葵花籽油体富集物添加量越大,冰淇淋浆料变为液态所需要的外力就越大,弹性越好;但葵花籽油体富集物添加量过高时,对冰淇淋生产中的凝冻过程会有负面影响,不利于冰淇淋产品的充气膨胀。

2.2.3 对水分存在形式及含量的影响

葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋浆料横向弛豫时间(τ_2)的影响见图3,对各形式水分含量的影响见图4。



注:同一指标不同字母表示差异显著($p < 0.05$)。下同

图3 葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋浆料横向弛豫时间的影响

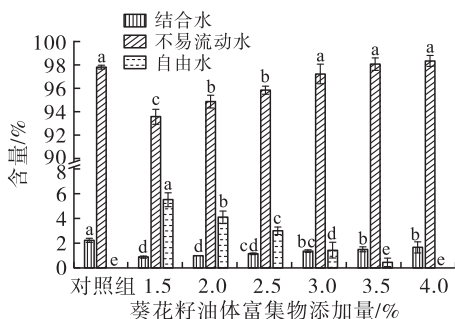


图4 葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋浆料各形式水分含量的影响

由图3可知,随着葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋浆料横向弛豫时间逐渐减小,且存在显著性差异($p < 0.05$)。横向弛豫时间越小,表明水分子与大分子结合越紧密;横向弛豫时间越大,表示

分子越自由^[14]。由此可知,葵花籽油体富集物添加量越大,冰淇淋浆料中的水分子结合得越紧密。这是由于葵花籽油体富集物中的蛋白质中的肽键或氨基酸侧链与水分子之间发生了相互作用^[15],限制住了更多的水分子。当葵花籽油体富集物添加量达到4.0%时,冰淇淋浆料的横向弛豫时间低于对照组的,但差异不显著($p > 0.05$);葵花籽油体富集物添加量在1.5%~3.5%时,冰淇淋浆料的横向弛豫时间均显著大于对照组的($p < 0.05$)。

研究表明,冰淇淋浆料中的自由水比例减少,结合水和不易流动水比例增加,制作出的冰淇淋产品更加细腻均匀,冰晶更加细小,口感更好^[14]。由图4可知,冰淇淋浆料中的水分绝大部分以不易流动水的形式存在,不易流动水的占比在93%以上。相对于对照组,加入葵花籽油体富集物的冰淇淋浆料结合水比例降低,自由水比例增大。随着葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋浆料中结合水和不易流动水的含量逐渐增加,自由水的含量逐渐降低。当葵花籽油体富集物添加量达到4.0%时,冰淇淋浆料中的自由水几乎全部转化为了结合水和不易流动水,与对照组相似。

2.3 葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋品质的影响

2.3.1 对膨胀率的影响

葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋膨胀率的影响见图5。

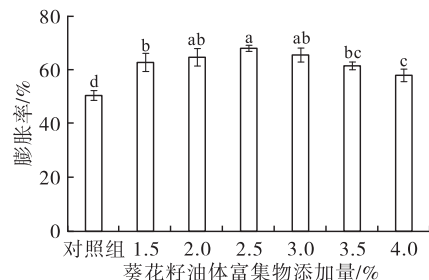


图5 葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋膨胀率的影响

膨胀率是衡量冰淇淋质量的一项重要指标,具有适度膨胀率的冰淇淋不仅口感柔软细腻,而且抗融性强。膨胀率过高则产品组织松软、稳定性差,生产操作中易出现打泡现象;膨胀率过低则产品组织坚硬,口感粗糙^[16]。研究表明,膨胀率是混合原料中干物质含量的2~2.5倍是适当的^[17]。由图5可知,实验组冰淇淋的膨胀率都显著高于对照组的($p < 0.05$)。随着葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋的膨胀率呈现先增大后减小的趋势,在添加量为2.5%时达到最大,为(67.89 ± 1.06)%。在一定范围内,随着葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋浆料中蛋白质含量增加,蛋白质为两亲大分子,

能自发地迁移到气水界面或油水界面,降低冰淇淋浆料的表面张力^[18],而冰淇淋浆料的表面张力愈低,其起泡能力愈高,所生产的冰淇淋产品的膨胀率也愈高^[19]。但富集物添加量过大,则冰淇淋浆料黏度过大,不利于气体的充入,从而使冰淇淋膨胀率下降^[9,20]。

2.3.2 对融化率的影响

葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋融化率的影响见图6。

由图6可知,随着葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋融化率呈现先减小后增大的趋势,在葵花籽油体富集物添加量为3.0%时,冰淇淋融化率最低,为 $(28.17 \pm 0.26)\%$,抗融性最好。随着葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋浆料的黏度增加,冰淇淋产品中的冰晶和气泡更加细小均匀,物料

的结构会更细腻,冰淇淋的抗融性也提高^[21]。另外,膨胀率高的冰淇淋含有大量空气,热量传递降低,也使冰淇淋抗融性提高^[22]。但冰淇淋浆料黏度过高,冰淇淋的膨胀率下降,从而抗融性下降^[23]。

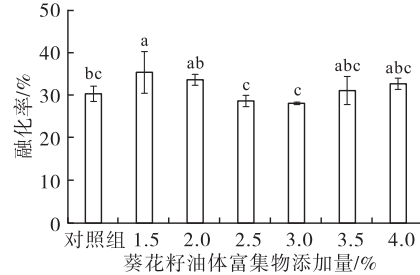


图6 葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋融化率的影响

2.3.3 对色泽的影响

葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋色泽的影响见表4。

表4 葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋色差的影响

组别	L^*	a^*	b^*	ΔE
对照组	92.61 ± 0.29^a	-3.36 ± 0.01^g	10.67 ± 0.01^a	93.28 ± 0.29^a
S1	90.89 ± 0.40^b	-2.92 ± 0.01^f	9.72 ± 0.02^g	91.45 ± 0.39^b
S2	89.48 ± 0.36^c	-2.85 ± 0.01^e	9.84 ± 0.04^f	90.08 ± 0.35^c
S3	88.28 ± 0.45^d	-2.78 ± 0.02^d	9.95 ± 0.04^e	88.88 ± 0.45^d
S4	87.59 ± 0.27^e	-2.73 ± 0.02^c	10.02 ± 0.02^d	88.21 ± 0.27^e
S5	86.58 ± 0.42^f	-2.68 ± 0.01^b	10.10 ± 0.03^c	87.21 ± 0.41^f
S6	85.58 ± 0.23^g	-2.54 ± 0.02^a	10.18 ± 0.08^b	86.22 ± 0.24^g

由表4可知,相比对照组,添加葵花籽油体富集物的冰淇淋色泽发生了改变。随着葵花籽油体富集物添加量的增加, L^* 值呈现下降趋势,说明冰淇淋亮度变差; a^* 值为负且呈增大趋势,说明冰淇淋绿度值下降; b^* 值为正且呈增大趋势,说明冰淇淋的黄度值升高; ΔE 值逐渐减小,说明冰淇淋与校正白板的色差越来越小。这些值的改变是葵花籽油体富

集物自身的颜色(浅黄灰色)导致的,冰淇淋产品呈现出浅黄灰色,影响产品外观,后续可以添加色素或其他有色物质改善这一问题。

2.3.4 对质构的影响

葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋质构的影响见图7。

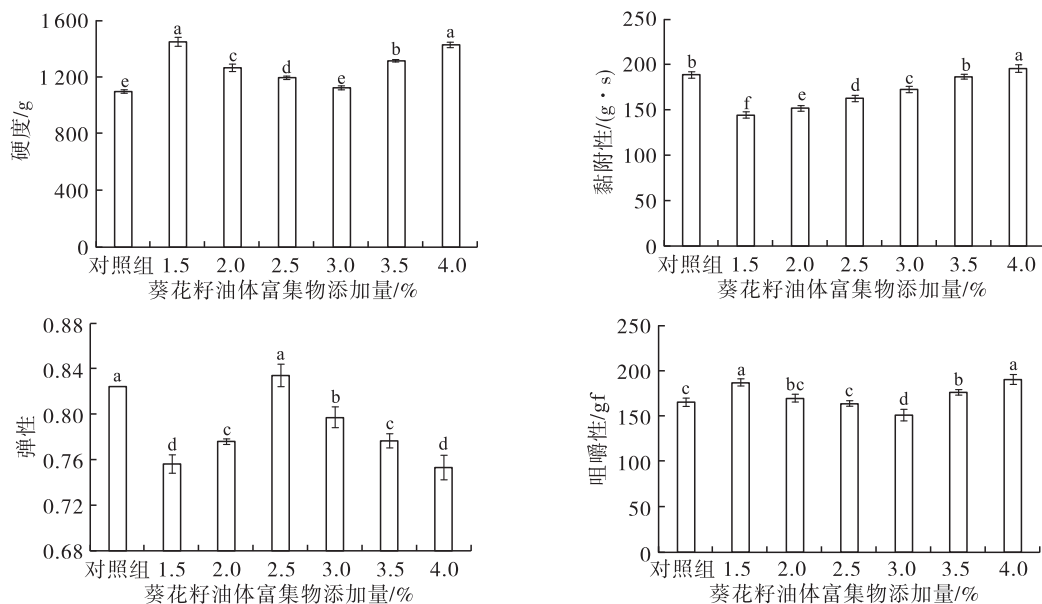


图7 葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋质构的影响

由图7可知,随着葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋硬度呈现先减小后增大的趋势。冰淇淋的硬度变化规律与膨胀率变化规律相反。膨胀率增加,冰淇淋中混入的气体增多,冰淇淋的结构变得更疏松^[21],因此硬度下降,另外,随着葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋中的冰晶变得细小均匀,也使冰淇淋的硬度降低^[24]。随着葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋的黏附性也逐渐上升,与冰淇淋浆料的黏度变化一致。随着葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋的弹性呈现先增大后减小的趋势,与膨胀率变化规律一致。随葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋的咀嚼性呈现先减小后增大的趋势,与硬度的变化规律一致,硬度越大咀嚼所需的能量也就越大^[25]。

2.3.5 对感官品质的影响

葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋感官品质的影响见图8。

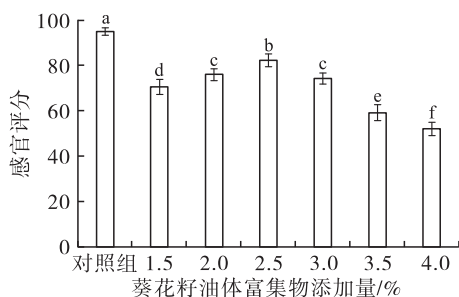


图8 葵花籽油体富集物添加量对冰淇淋感官品质的影响

由图8可知,随着葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋的感官评分先上升后下降,在葵花籽油体富集物添加量为2.5%时感官评分最高,为(82.25±2.92)分。当葵花籽油体富集物添加量过低时,冰淇淋浆料黏度较低,冰淇淋产品的充气量不足,口感不够松软,并且冰淇淋产品中的冰晶体积稍大,口感欠润滑。当葵花籽油体富集物添加量达到3.0%及以上时,冰淇淋色泽呈现出浅黄灰色,且生葵花籽气味较重,对感官评价有负面影响。另外,过高的葵花籽油体富集物添加量使冰淇淋产品变硬、变黏,口感不佳。相对于对照组,葵花籽油体富集物添加量为2.5%的冰淇淋感官评分依然较差,原因在于葵花籽气味较重,后期可以通过添加辅料掩盖的方式来改进冰淇淋的风味,以被更多的消费者接受。

3 结论

在无均质的工艺下,以葵花籽油体富集物替代冰淇淋中的棕榈油制备低脂冰淇淋,对其浆料及产品的品质指标进行测定。结果表明:冰淇淋浆料的

黏度、储能模量和损耗模量都随葵花籽油体富集物添加量的增加而增大。在动态流变中,浆料体系先以弹性为主,后以黏性为主,且随着葵花籽油体富集物添加量的增加,浆料体系从弹性为主转化成黏性为主所需要的角频率也逐渐增大。浆料中不易流动水的比例随富集物添加量的增大逐渐增多,自由水比例逐渐减少。随着葵花籽油体富集物添加量的增加,冰淇淋膨胀率和抗融性都呈现先增大后减小的趋势,其中2.5%添加量的冰淇淋膨胀率最高,3.0%添加量的冰淇淋抗融性最好,冰淇淋的亮度下降,绿度值下降,黄度值升高。冰淇淋的质构也随葵花籽油体富集物添加量的增加而改变,其中:硬度和咀嚼性呈现先减小后增大的趋势;弹性呈现先增大后减小的趋势;黏附性呈上升趋势,与冰淇淋浆料的黏度变化一致。根据感官评价可知,葵花籽油体富集物添加量为2.5%时冰淇淋接受度最高。合适添加量的葵花籽油体富集物可以产生与棕榈油相似的效果,可以添加到冰淇淋作为脂肪来源,并且可以简化冰淇淋的生产工艺。本研究可为油体富集物在食品生产中的应用提供参考。

参考文献:

- [1] 赵路苹. 大豆油体富集物的蛋白质组成及其对油体乳液性质的影响研究[D]. 江苏 无锡: 江南大学, 2017.
- [2] 闫尊浩, 何辉, 杨兆琪, 等. 大豆油体对豆腐凝胶性质的影响研究[J]. 中国油脂, 2017, 42(2): 30-33, 49.
- [3] 韩昊天, 刘校男, 赵路苹, 等. 大豆油体富集物在豆乳饮品中的应用[J]. 中国粮油学报, 2021, 36(2): 95-101.
- [4] WHITE D A, FISK I D, MITCHELL J R, et al. Sunflower seed oil body emulsions: rheology and stability assessment of a natural emulsion[J]. Food Hydrocolloid, 2007, 22(7): 1224-1232.
- [5] WHITE D A, FISK I D, MAKHUN S, et al. In vitro assessment of the bioaccessibility of tocopherol and fatty acids from sunflower seed oil bodies[J]. J Agric Food Chem, 2009, 57(13): 5720-5726.
- [6] 周莉, 赵路苹, 刘莹, 等. 水萃离心法提取三种油体富集物的理化性质研究[J/OL]. 中国油脂: 1-14[2022-05-30]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1099.TS.20220518.1718.012.html>.
- [7] 陈龙. 纳米微晶纤维素作为脂肪替代品在冰淇淋中的应用[D]. 天津: 天津商业大学, 2015.
- [8] 杨洋, 李一松. 冰淇淋液脂肪含量对产品冰点及水存在形式的影响[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(12): 10-13.
- [9] 周莉. 复合乳化稳定剂在冰淇淋中的应用研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.

0.62 kg/t 之间,加碱量在 6.5 ~ 8.79 kg/t 之间,均高于正常大豆脱胶油,活性白土添加量从正常大豆脱胶油所需的 11 kg/t 增加到 16 ~ 18 kg/t,水耗从正常大豆脱胶油所需的 85 kg/t 增加到 100 kg/t。综上,精炼成本增加 14.33 元/t,按每吨大豆的脱胶油得率为 18.9% 计算,则折算为每吨大豆成本增加 2.71 元。

此外,用热损大豆加工的大豆脱胶油精炼后所得一级大豆油合格率低,酸值很难达到规定要求,并有返色返酸的可能,所生产出的豆粕品质也较低,二者在市场降价销售,所生产的大豆浓缩磷脂丙酮不溶物低,很难用作食用级磷脂,只能低价销售作为工业原料,进一步降低利润转化,这在一定程度上增加了成本。

3 结 语

将热损大豆加工成精炼大豆油的过程中,因大豆本身品质下降,会导致油脂得率下降、所得油脂酸值高、豆粕品质下降、皂脚和脱臭馏出物等副产品产量增加等问题,从而产生经济损失;同时热损大豆在运输处理中还会增加船期滞港费、清仓费、码头剔卸费,重复性的检测费等;在加工过程中,易增加设备故障率,从而增加维护维修费用。

为了减少热损大豆带来的经济损失和市场负面

效应,可以将热损大豆和正常大豆按一定比例混合,生产质量指标达标的精炼大豆油和豆粕,从而最大程度降低热损大豆的贬值程度;此外,保障所购大豆在运输和加工过程中的环境条件,以减少大豆热损程度,从而保证所产大豆油和副产物的品质;还可以在采购、海运、保险合同中签订必须保证大豆中热损粒率不大于 3.0%,总损伤粒率不大于 8.0% 的条款,以减小大豆热损伤对企业造成的影响。

致谢:感谢中储粮油脂有限公司邓浩田和余祖斌高级经济师、武汉轻工大学何东平教授、北京三河汇福粮油集团卢东方和李长鑫、浙江舟山良海油脂有限公司李家君总监的支持!

参考文献:

- [1] 苏莹. 大豆贮藏热损对其蛋白及油脂品质的影响研究[D]. 江苏 无锡:江南大学,2014.
- [2] 刘超群,孙日飞,马莉,等. 大豆热损情况对大豆蛋白溶解比率的影响[J]. 现代食品,2018(18):88-91.
- [3] 黄留敏,王宏平,席天明,等. 大豆热损对油脂品质及组成的影响[J/OL]. 中国油脂:1-15 [2022-12-08]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1099.TS.20220926.1330.006.html>.
- [4] 翟光超. 冰淇淋膨胀率的影响因素及控制措施[J]. 科技创新与应用,2014(35):299.
- [5] 何文猛. 谷朊粉改性及其在冰淇淋中应用研究[D]. 江苏 无锡:江南大学,2014.
- [6] 杨湘庆,沈悦玉,徐仲莉,等. 冰淇淋中蛋白质的主要功能及其理化性能[J]. 冷饮与速冻食品工业,2003(2):1-5,18.
- [7] LIU R, WANG L G, LIU Y, et al. Fabricating soy protein hydrolysate/xanthan gum as fat replacer in ice cream by combined enzymatic and heat-shearing treatment[J]. Food Hydrocolloid, 2018, 81(8):39-47.
- [8] 杨玉玲,杨晓蓉,刘长鹏,等. 淀粉为基质的脂肪替代品对无脂冰淇淋特性的影响[J]. 食品工业科技,2007(2):137-139.
- [9] ROSALINA P S, RICHARD W H. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream[J]. Int Dairy J, 2003, 14(3):255-262.
- [10] 田文静,赵东瑞,孙玉清,等. 微胶囊技术在益生菌 CICC 6075 冰淇淋中的应用[J]. 食品工业科技,2020,41(21):67-74.
- [11] CHRISTOS S, DIMITRA L, CONSTANTINA T. Enrichment of ice cream with dietary fibre: effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena [J]. Food Chem, 2009, 115(2):665-671.
- [12] JAVIDI F, RAZAVI S. Rheological, physical and sensory characteristics of light ice cream as affected by selected fat replacers[J]. J Food Meas Charact, 2018, 12(3):1872-1884.
- [13] 郑梅霞,朱育菁,刘波,等. 黄原胶 FJAT-10151-DTJZ 提高酸奶冰淇淋的抗融性[J]. 福建农业学报,2018,33(10):1113-1118.
- [14] LIU Y Y, LIU A G, LIU L Z, et al. The relationship between water-holding capacities of soybean-whey mixed protein and ice crystal size for ice cream [J]. J Food Process Eng, 2021, 44(7):13723-13729.
- [15] 王盼盼. 食品中蛋白质的功能(三)食品中蛋白质的功能特性[J]. 肉类研究,2009(6):71-77.
- [16] 姜雪. 软冰淇淋奶浆稳定性的研究[J]. 食品科技,2019,44(12):61-65.
- [17] 李灿. 燕窝前处理及添加方式对冰淇淋感官和理化特性的影响[D]. 江苏 无锡:江南大学,2017.
- [18] 王鹏程. 冰淇淋减糖技术的研究与应用[D]. 天津:天津商业大学,2019.
- [19] 李小琪. 低糖低脂健康软冰淇淋浆料配方优化及营养学评价[D]. 江苏 扬州:扬州大学,2016.

(上接第 127 页)