

贮藏与保鲜

晋汾 107 小米贮藏品质特性研究

冯耐红¹, 李 婧, 宋 健, 杨成元

(山西农业大学(山西省农业科学院)经济作物研究所, 山西太原 030031)

摘 要: 为了解小米在贮藏期内的品质变化,以谷子品种晋汾 107 碾制的小米为研究对象,测定了多种营养成分及理化指标,分析其变化趋势。结果表明:经过一年的贮藏,晋汾 107 小米中灰分、淀粉、粗蛋白、氨基酸的含量均有所上升,其中淀粉含量增加 5.32%,水分、粗脂肪、脂肪酸的含量则有所下降。此外,虽然维生素在贮藏过程中容易流失,但晋汾 107 能够较好地维持维生素 E、维生素 B₁、维生素 B₂ 的含量,在贮藏一年后其含量变化不明显。矿物质含量则整体呈下降趋势。在不同的氨基酸组分方面,甘氨酸、组氨酸、精氨酸的含量能够维持不变,胱氨酸、蛋氨酸有小幅下降,酪氨酸升幅最大,其他氨基酸则呈小幅升高。脂肪酸中,含量较高的是棕榈油酸、油酸和亚油酸,贮藏一年后脂肪酸含量基本呈小幅下降趋势。氨基酸和脂肪酸成分分析显示,晋汾 107 的蛋白质组成接近理想蛋白质要求,各脂肪酸比例合理,对人体健康有很大益处。

关键词: 晋汾 107; 小米; 贮藏; 品质特性

Study on storage quality characteristics of millet Jinfen 107

FENG Nai-hong, LI Jing, SONG Jian, YANG Cheng-yuan

(Institute of Economic Crops, Shanxi Agricultural University

(Shanxi Academy of Agricultural Sciences), Taiyuan 030031, Shanxi, China)

Abstract: In order to understand the quality changes of millet during storage, a variety of nutritional components and physicochemical indexes of millet milled by Jinfen 107 were determined, and the change trend was analyzed. The results showed that after one year of storage, the content of ash, starch, crude protein, and amino acids in Jinfen 107 had increased. Among them, the content of starch increased by 5.32%, while the content of water, crude fat, and fatty acid decreased. In addition, although vitamins were easily lost during storage, but Jinfen 107 could better maintain the content of vitamin E, vitamin B₁ and vitamin B₂, there was no obvious change in the content after one year storage. The overall mineral content showed a downward trend. In terms of different amino acid components, the contents of glycine, histidine, arginine could be maintained unchanged, cystine and methionine decreased slightly, tyrosine increased the most and other amino acids increased slightly. For fatty acids, the content of palmitoleic acid, oleic acid and linoleic acid was higher. After one year storage, the content of fatty acids decreased slightly. After the analysis of amino acid and fatty acid composition, it was found that the protein composition of Jinfen 107 was close to the requirement of ideal protein, and the proportion of fatty acid was reasonable, which was of great benefit to human health.

Key words: Jinfen 107; millet; storage; quality characteristic

中图分类号: TS210.1 文献标志码: A 文章编号: 1008-9578(2021)06-0082-05

近年来,随着生活水平的提高,人们对食物的要求不仅仅是吃得饱,更要吃得好,营养健康成为最受关注的方面。小米含有丰富的营养成分,营养元素搭配合理,符合人们对健康饮食的要求^[1-2]。

收稿日期: 2020-12-02

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD1001003-2); 财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系(CARS-06-13.5-B9); 吕梁市重点研发项目(2019NYZDYF24)

作者简介: 冯耐红(1973—),女,硕士,副研究员,研究方向为农产品加工及综合利用。

通信作者: 杨成元(1970—),男,本科,副研究员,研究方向为谷子育种及综合利用。

小米中富含碳水化合物,淀粉的直链淀粉与支链淀粉之比值能够更好地反映小米的糊化性。小米中氨基酸含量较为丰富,其中含量最高的是谷氨酸,最低的是赖氨酸^[3-4]。虽然小米中脂肪含量并不高,但多为不饱和脂肪酸,有益于人体健康。《本草纲目》云:粟米(小米),具有和中益肾、除热解毒、消食健胃、消渴泻痢等功能^[5],有益于保持健康体魄。

晋汾 107 小米是以晋谷 21 号和衡谷 9 号为亲本配置的新品种,遗传了春谷区晋谷 21 号的优质特性和夏谷区衡谷 9 号的早熟、矮秆特性。传统观念认为新谷好,但是目前新谷的具体优势及对其贮藏过程中各种营养成分含量变化还少有研究^[6]。本文以晋汾 107 谷子碾制的小米为试验对象,研究在室温下贮藏一年前后的水分、蛋白质、脂肪、维生素、矿物质等营养品质变化,为小米消费、加工及提高其货架期提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

晋汾 107 谷子,由山西农业大学(山西省农业科学院)经济作物研究所提供(收获于 2018 年同一块试验地);氨基酸标准品(1 000 $\mu\text{mol/L}$),中国计量院。

1.2 仪器与设备

XMJ100 碾米机,山东鱼台金利粮油机械有限公司;4-10D 箱式电阻炉,上海和呈仪器制造有限公司;VELP UDK 159 全自动凯氏定氮仪、VELP SER 148 索式抽提器,意大利维尔普公司;LC-20A 高效液相色谱仪,日本岛津公司;240-FS AA 原子吸收分光光度计,美国安捷伦科技公司;SP756 紫外分光光度计,上海光谱公司;LC-AFS 6500 液相色谱-原子荧光联用仪,北京海光仪器有限公司。

1.3 试验方法

将收获的谷子于试验库常温贮藏,贮藏期一年,于贮藏开始和结束时将其碾制小米,测定营养

成分含量。水分测定参考 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》;灰分测定参考 GB 5009.4—2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》;粗蛋白测定参考 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》;氨基酸测定参考 GB 5009.124—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》;粗脂肪测定参考 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》;脂肪酸测定参考 GB 5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》;淀粉测定参考 GB 5009.9—2016《食品安全国家标准 食品中淀粉的测定》;维生素测定参考 GB 5009.82—2016《食品安全国家标准 食品中维生素 A、D、E 的测定》;叶酸测定参考 GB 5009.211—2014《食品安全国家标准 食品中叶酸的测定》; β -胡萝卜素测定参考 GB 5009.83—2016《食品安全国家标准 食品中胡萝卜素的测定》;矿物质测定参考 GB 5009.268—2016《食品安全国家标准 食品中多元素的测定》。

2 结果与分析

2.1 基本营养品质的变化

表 1 反映了晋汾 107 小米经过一年贮藏期后,基本营养物质的变化情况。由表 1 可知:水分、粗脂肪、脂肪酸的含量有所下降,下降幅度分别为 2.36%、4.42%、3.50%;而灰分、淀粉、粗蛋白、氨基酸的含量有所上升,上升幅度分别为 6.67%、5.32%、3.42%、1.99%。

小米的脂肪含量较高,经过蒸煮成为小米粥后上层漂浮着一层米油,其中的营养物质含量十分丰富,药用价值也极为显著,可促进产后身体恢复,增加乳汁分泌。小米淀粉主要分为直链淀粉和支链淀粉 2 大类,支链淀粉含量较高,易糊化。直链淀粉的含量直接影响蒸煮过程中的吸水率与膨胀率,影响小米的食用口感与加工品质。从表 1 可以看出,贮藏一年后,小米中直链淀粉的含量下降,支链淀粉含量上升。

表 1 晋汾 107 小米贮藏前后基本营养物质含量的变化

晋汾 107	水分	灰分	淀粉	直链淀粉	支链淀粉	粗蛋白质	氨基酸总量	粗脂肪	主要脂肪酸
贮藏前	6.78 $\pm$ 0.02	1.05 $\pm$ 0.01	76.28 $\pm$ 0.13	19.37 $\pm$ 0.00	80.63 $\pm$ 0.00	11.70 $\pm$ 0.09	11.57 $\pm$ 0.01	4.07 $\pm$ 0.02	4.00 $\pm$ 0.02
贮藏后	6.62 $\pm$ 0.01	1.12 $\pm$ 0.01	80.34 $\pm$ 0.23	17.83 $\pm$ 0.06	82.17 $\pm$ 0.06	12.10 $\pm$ 0.05	11.80 $\pm$ 0.01	3.89 $\pm$ 0.01	3.86 $\pm$ 0.01

2.2 维生素的变化

维生素是一种低分子微量有机物,为人体生长

和代谢所必需,可参与诸多生理调节,但大多不能由人体自主合成,需要从日常食物中获得。表 2 反

表 2 晋汾 107 小米贮藏前后维生素含量的变化

晋汾 107	δ-维生素 E /(mg/100 g)	γ-维生素 E /(mg/100 g)	α-维生素 E /(mg/100 g)	维生素 E /(mg/100 g)	维生素 B ₁ /(mg/100 g)	维生素 B ₂ /(mg/100 g)	叶酸 /(μg/100 g)	β-胡萝卜素 /(μg/100 g)
贮藏前	0.10 ± 0.02	2.92 ± 0.06	0.69 ± 0.03	3.72 ± 0.07	0.43 ± 0.01	0.01 ± 0.00	84.00 ± 0.21	26.30 ± 0.30
贮藏后	0.06 ± 0.00	2.90 ± 0.02	0.70 ± 0.01	3.66 ± 0.03	0.42 ± 0.00	0.01 ± 0.00	33.80 ± 0.30	9.77 ± 0.45

应小米中含有丰富的维生素^[7],其中维生素 E 含量最高。维生素 E 可对人类疾病起到很好的预防作用,保护机体不受损害。通过检测发现,晋汾 107 中 δ-维生素 E、γ-维生素 E、α-维生素 E 3 种单体是其维生素 E 的主要组分,其中,含量较高的是 γ-维生素 E,贮藏前为 2.92 mg/100 g,贮藏后仍保持在 2.90 mg/100 g,可见该品种在贮藏一年后仍能较好地维持维生素 E 的含量。晋汾 107 小米经过一年贮藏期后,对比维生素的变化情况,δ-维生素 E、叶酸与 β-胡萝卜素含量下降最为明显,分别达到 40 %、59.76 % 和 62.85 %,其余变化不明显。

2.3 矿物质的变化

矿物质在食品组分中的含量虽然不高,但其作用不可忽视。表 3 反应晋汾 107 小米经过一年贮藏期后,矿物质的变化情况。由表 3 可知:矿物质含量均呈现下降趋势,可见随着贮藏时间的延长,晋汾 107 小米中矿物质含量也会降低,其中降幅最高的为铁元素,为 22.45 %。而含量最多的为钙元素,贮藏前高达 134.97 mg/kg,贮藏后虽有所下降,但仍然维持在 119.53 mg/kg,张卓敏^[8]在关于黑龙江省小米主栽品种的研究中提到,各个品种的钙含量约为 22.20~30.00 mg/kg,相比之下晋汾 107 的钙含量明显较高。晋汾 107 小米中锌含量为 29.95 mg/kg,贮藏一年后为 29.14 mg/kg,变化不明显。

表 3 晋汾 107 小米贮藏前后矿物质含量的变化

	钙	铁	锌	硒
晋汾 107				
贮藏前	134.97 ± 6.05	30.03 ± 0.12	29.95 ± 1.34	0.14 ± 0.11
贮藏后	119.53 ± 0.41	23.29 ± 0.70	29.14 ± 0.31	0.11 ± 0.09

2.4 氨基酸的变化

表 4 反映了晋汾 107 小米贮藏一年后,氨基酸含量发生的变化。晋汾 107 检出的氨基酸种类有 17 种,8 种氨基酸为必需氨基酸,其余的 9 种氨基酸为非必需氨基酸。在必需氨基酸中,谷氨酸贮藏后平均含量为 2.48 %,含量最高,与其他学者研究的结果基本一致,为谷氨酸 > 亮氨酸 > 丙氨酸,含量第 2 位的是亮氨酸^[9],贮藏后平均含量为 1.78 %。

与其他学者研究不同的是,在对晋汾 107 的检测中,氨基酸含量最低的为酪氨酸,并不是组氨酸^[10],因此,小米的品种和来源是营养成分含量不同的主要原因。

表 4 晋汾 107 小米贮藏前后氨基酸含量的变化

组成	贮藏前	贮藏后
天门冬氨酸	0.76 ± 0.02	0.78 ± 0.01
苏氨酸	0.44 ± 0.01	0.45 ± 0.00
丝氨酸	0.56 ± 0.01	0.58 ± 0.01
谷氨酸	2.46 ± 0.03	2.48 ± 0.01
甘氨酸	0.30 ± 0.01	0.30 ± 0.00
丙氨酸	1.02 ± 0.01	1.04 ± 0.01
胱氨酸	0.22 ± 0.01	0.21 ± 0.01
缬氨酸	0.74 ± 0.00	0.75 ± 0.01
蛋氨酸	0.40 ± 0.01	0.38 ± 0.01
异亮氨酸	0.48 ± 0.01	0.50 ± 0.01
亮氨酸	1.73 ± 0.01	1.78 ± 0.01
酪氨酸	0.02 ± 0.01	0.05 ± 0.00
苯丙氨酸	0.70 ± 0.01	0.74 ± 0.01
赖氨酸	0.19 ± 0.00	0.20 ± 0.00
组氨酸	0.25 ± 0.00	0.25 ± 0.00
精氨酸	0.30 ± 0.01	0.30 ± 0.00
脯氨酸	1.00 ± 0.01	1.01 ± 0.00
EAA	4.28	4.42
NEAA	7.29	7.38
TAA	11.57	11.80
EAA/TAA	0.37	0.37
EAA/NEAA	0.59	0.60

由表 4 可知:晋汾 107 小米贮藏一年后,甘氨酸、组氨酸、精氨酸含量基本未变;胱氨酸、蛋氨酸有小幅下降;而天门冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、丙氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、脯氨酸呈现小幅升高趋势;升幅最大的是酪氨酸,达到 150 %。由此可以看出,晋汾 107 小米贮藏后,不同氨基酸的变化趋势不同,这可能是由于贮藏期间蛋白质发生分解,继而引起氨基酸含量的变化。

在检测中,必需氨基酸(EAA)含量占氨基酸总量的百分比由 37 % 上升到 37.46 %。WHO/FAO 规定的必需氨基酸与非必需氨基酸(NEAA)含量最

佳比值为 $EAA/TAA = 40\%$ 、 $EAA/NEAA = 60\%$ ，测定结果与 WHO/FAO 规定的比值接近，表明晋汾 107 的蛋白质组成接近理想蛋白质要求。

2.5 脂肪酸的变化

脂肪酸分为 3 种，饱和脂肪酸(SFA)、单不饱和脂肪酸(MUFA)和多不饱和脂肪酸(PUFA)。表 5 反映了晋汾 107 小米经过一年贮藏后脂肪酸含量的变化情况，6 种饱和脂肪酸的含量占总脂肪酸的 13.15% 降为 13.07%，含量最高棕榈酸，贮藏后占总脂肪酸的 11.14% 降为 11.10%。

表 5 晋汾 107 小米贮藏前后脂肪酸的变化

种类	脂肪酸	贮藏前	贮藏后
饱和脂肪酸 (SFA)/%	十五碳酸	0.05 ± 0.00	0.05 ± 0.00
	棕榈酸	4.45 ± 0.04	4.28 ± 0.04
	珠光脂酸	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00
	花生酸	0.20 ± 0.00	0.18 ± 0.01
	硬脂酸	0.43 ± 0.00	0.41 ± 0.00
	木焦油酸	0.09 ± 0.01	0.09 ± 0.00
	Σ SFA	5.25	5.04
单不饱和 脂肪酸 (MUFA)	棕榈油酸	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00
	油酸	6.12 ± 0.06	5.95 ± 0.04
	顺-11-二十碳一烯酸	0.11 ± 0.00	0.11 ± 0.00
	Σ MUFA	6.27	6.10
多不饱和 脂肪酸 (PUFA)	α -亚麻酸	0.85 ± 0.00	0.82 ± 0.01
	亚油酸	27.56 ± 1.21	26.60 ± 1.08
	Σ PUFA	28.41	27.42
	Σ UFA	34.68	33.52
PUFA/SFA		5.38	5.44
PUFA/MUFA		4.54	4.50
UFA/FA		0.868 6	0.869 3
UI		63.98	61.76
AI		0.05	0.05
TI		0.25	0.25

对比分析饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸的含量可以较为客观地评价油脂营养价值。由表 5 可知：晋汾 107 小米的不饱和脂肪酸含量占脂肪酸总量的比例由 86.85% 升为 86.93%，含有 3 种单不饱和脂肪酸，与总脂肪酸含量比例由 15.70% 上升为 15.82%。包括棕榈油酸、油酸、顺-11-二十碳一烯酸，油酸占比最高，贮藏前含量为 6.12%，经过一年贮藏后，其含量降低为 5.95%。有研究认为，油酸能够促进血管软化，协助新陈代谢^[11]，还能有效保护脂蛋白不被氧化，降低胆固醇和低密度脂蛋白含量等作用。

晋汾 107 小米含多不饱和脂肪酸 2 种，其中亚油酸的比例最高，为 27.56%，贮藏后变化较小，为 26.60%，占脂肪酸含量的比例约为 68.98%。多不饱和脂肪酸中的亚油酸及亚麻酸等由摄取食品获得，人体难以自主合成，具有较好的保健作用，可以扩张血管、防止血栓形成。人体一旦缺少，会引发一系列缺乏症，如皮炎、生长迟缓等。亚油酸与亚麻酸能够起到抑制淋巴肉瘤的作用，是一种能够调节免疫系统，提高免疫力，并起到抗癌作用的物质^[12]。

PUFA/MUFA 比值为 4.54，贮藏结束后为 4.50。脂肪酸比值可显著影响人类健康，高 PUFA/SFA 值有利于降低血清胆固醇并缓解动脉粥样硬化的形成^[13]。PUFA/SFA 作为评价油脂质量的重要指标，最低推荐比为 0.45，晋汾 107 的 PUFA/SFA 比值远高于 0.45，说明晋汾 107 小米的各脂肪酸比例优良。

评价优质脂肪酸的重要指标还有不饱和指数(UI)。这一数值与 II-型糖尿病有极大关系^[14]，晋汾 107 小米的 UI 指数在贮藏前为 63.98，贮藏后则为 61.76；如果动脉粥样硬化指数(AI)和血栓指数(TI)的值出现上升或较大数值，会出现相应的病变。晋汾 107 小米的 AI 值在贮藏前为 0.05，贮藏后为 0.05；TI 值在贮藏前为 0.25，贮藏后为 0.25，均低于 0.50，基本保持稳定，说明晋汾 107 小米的 UI、AI、TI 指数合理且相对稳定。

3 结论

晋汾 107 小米经过一年室温贮藏后，各项营养指标变化不一。各类氨基酸中，以谷氨酸含量最高，酪氨酸显著升高，且蛋白质组成接近理想蛋白质要求。水分、粗脂肪、矿物质、维生素及各类脂肪酸含量基本呈现下降趋势，灰分、淀粉、粗蛋白、氨基酸的含量有所上升，其中淀粉上升幅度较大。试验共测出含量较高的亚油酸、油酸、棕榈酸等脂肪酸 11 种，且 PUFA/SFA 的比值远高于推荐值 0.45，UI、AI、TI 指数相对稳定、合理，说明晋汾 107 小米的各脂肪酸比例优良，对人体健康有益，从营养方面打破了“新谷陈麦”的观念。

〔参考文献〕

- [1] 吴立根, 屈凌波. 谷子的营养功能特性与加工研究进展[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(15): 191-196.
- [2] BARTON L, NEWSOME S D, CHEN F H, et al. Agricultural origins and the isotopic identity of domestication in northern China [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2009, 106(14): 5523-5528.

- [3] BANDYOPADHYAY T, PRASAD M. A precise method for analyzing nitrogen use in foxtail millet [J]. *Methods in Molecular Biology* (Clifton, N. J.), 2020, 2057: 113 – 118.
- [4] 冯耐红, 侯东辉, 杨成元, 等. 不同品种小米主要营养成分及氨基酸组分评价[J]. *食品工业科技*, 2020, 41(8): 224 – 229.
- [5] 赵文博. 本草纲目[M]. 沈阳: 辽海出版社, 2016: 1403 – 1405.
- [6] ZHANG L Z, LIU R H. Phenolic and carotenoid profiles and antiproliferative activity of foxtail millet [J]. *Food Chemistry*, 2015, 174: 495 – 501.
- [7] 陈一, 曲丽洁. 不同贮藏条件下张杂谷系列小米主要营养成分的变化研究[J]. *河北北方学院学报(自然科学版)*, 2018, 34(11): 29 – 35.
- [8] 张卓敏. 黑龙江省小米主栽品种理化特性与感官品质的相关性研究[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2018.
- [9] 张玲艳. 不同谷子营养成分分析及加工贮藏对酚含量的影响[D]. 无锡: 江南大学, 2017.
- [10] 王力立. 小米中主要营养成分的检测及小米茶的制备[D]. 大同: 山西大学, 2011.
- [11] 禾璐, 贾苏卿, 马磊磊, 等. 不同栽培生境因子对2个谷子品种营养品质影响的研究[J]. *种子*, 2020, 39(6): 94 – 98.
- [12] BAYARD M, LEALCALDERON F, CANSELL M. Free fatty acids and their esters modulate isothermal crystallization of anhydrous milk fat [J]. *Food Chemistry*, 2017, 218: 22 – 29.
- [13] 刘小娟, 庞广昌, 李杨. ω -6 亚油酸对小鼠免疫系统的调节作用[J]. *食品科学*, 2010, 31(23): 375 – 379.
- [14] 陈聪颖, 唐年初, 崔森, 等. 巴马火麻仁的组分测定及营养评价[J]. *食品工业科技*, 2011, 32(12): 435 – 437, 440.

(上接第73页)

3 结论

通过对大豆碱炼油不同工艺条件的脱色小试验, 获得不同大豆脱色油样品, 并对每个样品进行酸价和返酸分析, 结果表明: 选择酸价不高于 0.20 KOH mg/g 的大豆碱炼油, 在白土添加量为碱炼油质量的 2%~3%、脱色温度 105~110℃、脱色时间 25~30 min 的条件下, 用新白土 2 次添加或预混添加方式, 在固定搅拌速度下进行脱色, 所获得的大豆脱色油酸价稳定性较好。

〔参考文献〕

- [1] 刘悦, 刘元法, 王兴国. 油脂脱色过程对游离脂肪酸影响研究[J]. *中国粮油学报*, 2006, 21(4): 91 – 96.
- [2] 涂向辉. 油脂精炼过程对油脂色泽的影响及控制[J].

(上接第77页)

〔参考文献〕

- [1] 张方英, 庄峰, 李阳, 等. 新疆亚麻油的理化性质及脂肪酸组成分析[J]. *食品研究与开发*, 2013, 34(12): 13 – 14.
- [2] 倪培德. 油脂加工技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [3] 赵国志, 刘喜亮, 刘智锋. 油脂精炼技术最新进展(I)[J]. *粮食与油脂*, 2007(5): 5 – 9.
- [4] 薛菁, 张海生, 薛婉瑞. 精炼对苦杏仁油品质及其氧化稳定性的影响[J]. *中国油脂*, 2019, 44(4): 13 – 16.
- [5] 王兴宏, 马绍英, 李秉建, 等. 牡丹籽油提取工艺与精炼工艺的优化[J]. *核农学报*, 2019, 33(8): 1559 – 1568.
- [6] 陈琳, 卢红伶, 胡文君, 等. 茶叶籽油精炼工艺条件对其质量指标的影响[J]. *中国粮油学报*, 2018, 33(12): 74 – 79.
- [7] 祝品, 李桂华, 赵芳, 等. 物理精炼工艺对亚麻籽油和葡萄籽油品质的影响研究[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2014, 35(4): 59 – 63.
- [8] 王笑园, 宋章弈, 张延琦, 等. 精炼过程对亚麻籽油风味物质的影响[J]. *食品工业科技*, 2016, 37(18): 55 – 59.
- [9] 邓乾春, 禹晓, 许继取, 等. 加工工艺对亚麻籽油降脂活性的影响[J]. *中国粮油学报*, 2012, 27(3): 48 – 52.
- [10] 廖丽萍, 肖爱平, 冷鹏, 等. 不同产地亚麻籽冷榨油脂脂肪酸的 GC-MS 分析[J]. *中国麻业科学*, 2018, 40(5): 234 – 238.