

# 基于药食同源理念的黄精

## ——黑青稞营养面条制备工艺研究及综合评价

罗燕丽<sup>1</sup>, 闵艳<sup>1</sup>, 唐辉<sup>1</sup>, 罗哲<sup>2</sup>, 任朝琴<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>阿坝师范学院资源与环境学院, 四川 汶川

<sup>2</sup>汶川县水磨中学, 四川 汶川

收稿日期: 2026年4月9日; 录用日期: 2026年5月12日; 发布日期: 2026年5月21日

### 摘要

为开发功能性主食, 以阿坝黑青稞和滇黄精为原料, 优化黄精黑青稞面条的制备工艺。通过单因素实验确定黑青稞粉与高筋面粉的最佳复配比例(4:6), 采用正交试验优化加水量、醒发时间及揉面时间, 以蒸煮损失率和感官评分为评价指标。结果表明, 最佳工艺条件为加水量56%、醒发时间20 min、揉面时间15 min, 此时蒸煮损失率为7.22%, 工艺稳定。与普通挂面相比, 该面条的蛋白质、 $\beta$ -葡聚糖等营养成分显著升高, 脂肪含量降低。本研究为药食同源食材与杂粮复配主食的开发提供了实践参考。

### 关键词

黄精黑青稞面, 工艺优化, 功能性主食

# A Study of *Polygonatum sibiricum* Based on the Medicinal Food Homology Concept

## —Preparation and Comprehensive Evaluation of Nutritional Noodles of Black Highland Barley

Yanli Luo<sup>1</sup>, Yan Min<sup>1</sup>, Hui Tang<sup>1</sup>, Zhe Luo<sup>2</sup>, Chaoqin Ren<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>School of Resources and Environment, Aba Normal University, Wenchuan Sichuan

<sup>2</sup>Wenchuan County Shuimo Middle School, Wenchuan Sichuan

Received: April 9, 2026; accepted: May 12, 2026; published: May 21, 2026

\*通讯作者。

文章引用: 罗燕丽, 闵艳, 唐辉, 罗哲, 任朝琴. 基于药食同源理念的黄精[J]. 食品与营养科学, 2026, 15(3): 270-280.  
DOI: 10.12677/hjfn.2026.153031

## Abstract

To develop functional staple foods, this study utilized Aka black barley and Yunnan *Polygonatum* as raw materials to optimize the preparation process for *Polygonatum kingianum*-black barley noodles. Single-factor experiments were conducted to determine the optimal blending ratio of black barley flour and high-gluten wheat flour (4:6). Orthogonal experiments were then employed to optimize water content, resting time, and kneading time, using cooking loss rate and sensory scores as evaluation criteria. The results indicated that the optimal process conditions were 56% water content, a 20-minute resting time, and a 15-minute kneading time, yielding a cooking loss rate of 7.22% and demonstrating process stability. Compared to conventional dried noodles, these noodles exhibited significantly higher levels of nutritional components such as protein and total phenols, while fat content was reduced. This study provides practical guidance for the development of staple foods combining medicinal and edible ingredients with coarse grains.

## Keywords

*Polygonatum kingianum*-Black Barley Noodles, Process Optimization, Functional Staple Food

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

黑青稞(*Hordeum vulgare* var. *coeleste* L.)属禾本科大麦属, 为多棱大麦的变种, 由于青稞内外颖壳分离, 籽粒裸露, 又被称为裸大麦[1]。目前, 我国青稞种植主要分布在西藏、青海、四川、甘肃、云南等地[2]。其蛋白质、膳食纤维含量高, 脂肪和糖含量低[3] [4], 而且含有 $\beta$ -葡聚糖、酚类、黄酮类及活性多肽等多种活性成分, 较其他品种青稞含有更丰富的花青素、多酚等生物活性物质[5]-[7]。这些独特的营养特性使青稞成为现代功能性食品开发的理想原料[8]。

《中华人民共和国药典·一部》(2020版)[9]中记载的黄精(*Polygonatum sibiricum* Red.)为百合科植物滇黄精(*Polygonatum kingianum* Coll. et Hemsl.)、黄精 *Polygonatum sibiricum* Red.或多花黄精(*Polygonatum cyrtoneura* Hua)的干燥根茎。按形状不同, 习称“大黄精”“鸡头黄精”“姜形黄精”, 是进入食药同源的品种。其中滇黄精主要产自云南、四川、贵州等地[10]。据多篇文献研究报道, 黄精含有多糖、生物碱、皂苷、植物甾醇、木脂素以及多种对人体有用的氨基酸等化合物[11] [12]。具有降血糖、降血脂[13]、抗肿瘤、抗氧化、抗衰老及抗阿尔兹海默症[14]-[16], 免疫调节、心肌保护等功效[17] [18]。

2021年全球约5.37亿成年人(20~79岁)患有糖尿病, 预计到2045年将上升到7.83亿[19]。这说明在未来人们将会更加注重饮食结构, 对“三高二低”的主食需求量将大幅增加[20]。通过查阅相关文献可知, 目前制作青稞面条工艺较为成熟[21]-[23], 但青稞与“药食同源”的黄精结合研究还较少。黑青稞与黄精研发的复合食品主要基于小蛋糕、面条等非主食领域[24]。

因此, 本实验以阿坝县黑青稞与云南滇黄精为原料, 通过单因素实验筛选复配比例、水温、加水量及醒发时间范围, 结合正交试验设计, 优化研制工艺。基于GB/T35875-2018构建感官评价体系, 测定蒸煮损失率表征加工品质, 同步检测总灰分、蛋白质、脂肪、水分、直链淀粉、 $\beta$ -葡聚糖等营养指标, 综合

评价产品功能特性。利用黄精的降糖特性和阿坝黑青稞富含  $\beta$ -葡聚糖的优点, 为相关人群提供一种有益健康的主食, 并借此促进阿坝当地青稞种植规模的扩大。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 材料与试剂

#### 2.1.1. 实验材料

黑青稞由小金县阿坝师范学院优质高产青稞繁育基地提供、云南产地的滇黄精粉、五得利富强高筋小麦粉和面条改良剂(购自安琪酵母股份有限公司)。

#### 2.1.2. 实验试剂

硫酸铜、硫酸钾、无水亚硫酸钠(成都市科龙化工试剂厂); 硫酸、乙醚、盐酸标准溶液、六水氯化镁、亚硝酸钠、冰乙酸、四水氯化锰、九水合硝酸铅(成都市科隆化学品有限公司); 氢氧化钠(四川西陇科学有限公司); 二甲基亚砜(细胞培养级, 北京兰杰柯科技有限公司); Megazyme 测试包(爱尔兰 Megazyme 公司)。以上试剂除注明外均为分析纯(AR)。

### 2.2. 实验仪器

UV-1800PC 紫外分光光度计, 上海美谱达仪器有限公司; DHG-2150 电热鼓风干燥箱, 郑州生元仪器有限公司; RE-52A 旋转蒸发仪, 上海亚荣生化仪器厂; JA1003 电子天平, 上海菁海仪器有限公司; LX-B150L 立式自动电热压力蒸汽灭菌器, 合肥华泰医疗设备有限公司; DHP-9082 电热恒温培养箱, 上海齐欣科学仪器有限公司。

### 2.3. 实验方法

#### 2.3.1. 黑青稞样品的预处理

新鲜的原料青稞经流动清水冲洗 3 min 去除杂质, 随后置于恒温干燥箱内 60℃ 低温热风烘干 3 h 后取出, 采用高速粉碎机进行精细研磨, 随后通过 100 目标准分样筛进行多次过筛分离, 最终收集均匀细腻的青稞粉末密封避光保存, 供后续实验或加工使用。

#### 2.3.2. 杂粮面粉复配

以 100 g 为一个面团总量, 固定添加 0.5 g 面条改良剂和黄精粉 2.5 g, 和面工艺固定为加水量 57%、揉面时间 15 min、醒发时间 10 min。取黑青稞粉和高筋面粉混合均匀, 利用手动挤压面条机挤压制作面条, 评价指标为感官评价价值和蒸煮损失率。将黑青稞粉与面粉按 2:8、3:7、4:6、5:5、6:4 的比例进行复配, 选出最佳比例进行复配。确定黑青稞 - 面粉混粉的比例。

#### 2.3.3. 蒸煮损失率测定

根据刘闯楠[25]描述的方法测定面条水煮后的蒸煮损失率。称取适量的生面( $W_1$ )放入 500 mL 左右的水中煮到最佳蒸煮时间, 将面条汤及冲洗水倒入 500 mL 容量瓶中, 待冷却后用去离子水定容。接着将 100 mL 面条汤倒入恒重烧杯( $W_2$ )中, 将大多数水分在电阻炉上加热蒸发。最后, 将其置于恒温 105℃ 的烘箱中干燥至恒定重量, 以  $W_3$  计量面条熔出物和烧杯的重量。蒸煮损失率计算如下:

$$\text{蒸煮损失率}(\%) = \frac{(W_3 - W_2) \times 5}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

#### 2.3.4. 感官评价

本实验依据 GB/T 16291.2-2010《感官分析选拔: 培训与管理评价员一般导则》第 1 部分[26]选取品

尝人员 20 人组成评委组,对黄精黑青稞面的感官指标进行科学评价。评委培训内容包括:识别并熟悉面条的色泽、外观、光滑性、食味、口感、弹韧性共 6 项指标的定义与评分标准;采用 3 组不同工艺的样品进行预评价,直至评价员评分的一致性达到可接受水平。正式评价时采用双盲法,每份样品随机编号,每位评价员独立评分,每品尝一份样品后用纯净水漱口,并间隔 2 min 再进行下一轮评价。每批次样品设置 3 个重复,取平均值作为最终感官评分。评分标准参考国标 GB/T 35875-2018 确定各因素权重[27];如表 1。为确保感官评价实验结果的准确性,评价过程均独立完成、互不交流[28]。

**Table 1.** Sensory evaluation score sheet for *Polygonatum kingianum*-black barley noodles

**表 1.** 黄精黑青稞面条的感官评分表

评价指标	分数	评价标准
色泽	15	亮白或亮黄 13~15; 亮度一般或偏暗 9~12; 颜色较暗 5~8
外观	20	表面光滑细密,透明质感明显 16~20 较光滑; 透明质感不明显 10~15; 表面粗糙,严重变形 4~9
光滑性	15	光滑爽口,不粘牙 11~15; 较光滑,粘牙 6~11; 不爽口,发黏 2~5
食味	10	具有青稞清香味 10; 无清香味 4; 有异味 2~3
口感	15	咬断面条所需力度适中 13~15; 偏软或偏硬 9~12; 很软或太硬 6~8
弹韧性	25	富有咬劲弹性好 21~25; 弹性一般 16~20; 弹性不足 10~15

### 2.3.5. 高含量杂粮面条和面工艺优化

#### 1、单因素实验

根据杂粮粉复配结果(表 2),以黑青稞:高筋面粉 = 4:6 作为原料,加入 0.5% 面条改良剂,在搅拌时间为 5 min 的固定条件下,以蒸煮损失率为评价指标,对加水量、水温及醒发时间三个自变量进行单因素实验。

#### 1) 加水量

固定揉面 10 min,醒发 10 min,加水量梯度为 52%、54%、56%、58%、60%。

#### 2) 醒发时间

固定加水量 56%,揉面 10 min,醒发时间梯度为 10、15、20、25、30 min。

#### 3) 揉面时间

固定加水量 56%,醒发 10 min,揉面时间梯度为 0、5、10、15、20 min。

#### 2、正交试验设计

以加水量、揉面时间及醒发时间为单因素,以蒸煮损失率为指标,设计三因素三水平正交试验,通过正交试验确定最佳工艺参数,在最佳工艺条件下测定理化性质。

**Table 2.** Coding table of factors and levels

**表 2.** 因素水平与编码表

水平因素	A	B	C
	加水量(%)	醒发时间(min)	揉面时间(min)
1	54	15	5
2	56	20	10
3	58	25	15

### 2.3.6. 蛋白质的测定

黄精黑青稞面条样品蛋白质的测定方法步骤参考 GB 5009.5-2016 第一法测定(凯氏定氮法) [29]。称取适量黄精黑青稞面条样品,经消化、蒸馏、滴定后计算氮含量,乘以蛋白质换算系数(6.25)得到蛋白质含量。

### 2.3.7. 灰分的测定

黄精黑青稞面条样品灰分的含量测定方法步骤参考 GB 5009.4-2016 第一法测定(食品中总灰分的测定)[30]。称取 3.00 g 样品于已恒重的坩埚中,炭化后于 925℃ 马弗炉中灰化 1 h,冷却称重,计算灰分含量。

### 2.3.8. 水分的测定

黄精黑青稞面条样品水分含量的测定方法步骤参考 GB 5009.3-2016 第一法进行测定(直接干燥法) [31]。称取 3.00 g 样品于已恒重的扁形称量瓶中,于 105℃ 干燥至恒重,冷却称重,计算水分含量。

### 2.3.9. 脂肪的测定

黄精黑青稞面条样品脂肪含量的测定方法步骤参考 GB 5009.6-2016 第一法进行测定(索氏抽提法) [32]。称取 3.00 g 样品于滤纸筒中,置索氏提取装置内,以石油醚(沸程 30℃~60℃)水浴回流提取 5 h 至无油脂检出,回收溶剂后于 105℃ 干燥至恒重,计算脂肪含量。脂肪计算公式如下:

$$\text{脂肪} = \frac{M1 - M0}{M2} \times 100 \quad (2)$$

式中:

X——试样中脂肪的含量,单位为克每百克(g/100 g);

M1——恒重后接收瓶和脂肪的含量,单位为克(g);

M0——接收瓶的质量,单位为克(g);

M2——试样的质量,单位为克(g);

100——换算系数。

### 2.3.10. $\beta$ -葡聚糖的测定

黄精黑青稞面条样品  $\beta$ -葡聚糖含量的测定采用 Megazyme 混联  $\beta$ -葡聚糖检测试剂盒进行测定[33] [34]。样品粉碎过 0.5 mm 筛,称取约 0.2 g (已知水分含量),按试剂盒说明书操作,结果折算为干基。

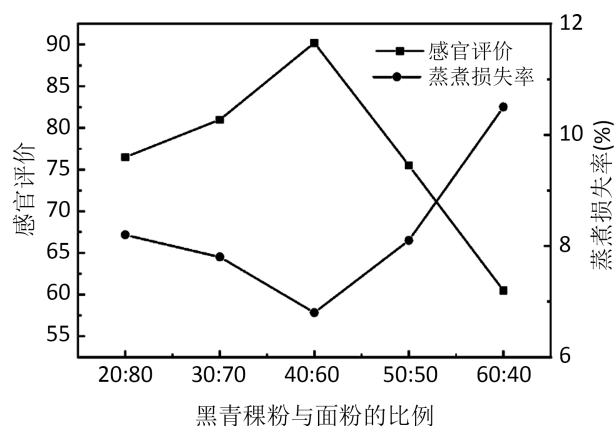
### 2.3.11. 淀粉的测定

黄精黑青稞面条样品的总淀粉及直链淀粉含量,采用 Megazyme 淀粉含量检测试剂盒实施测定。样品粉碎过 0.5 mm 筛,称取 0.1 g,按试剂盒说明书操作并计算结果。

## 3. 结果与分析

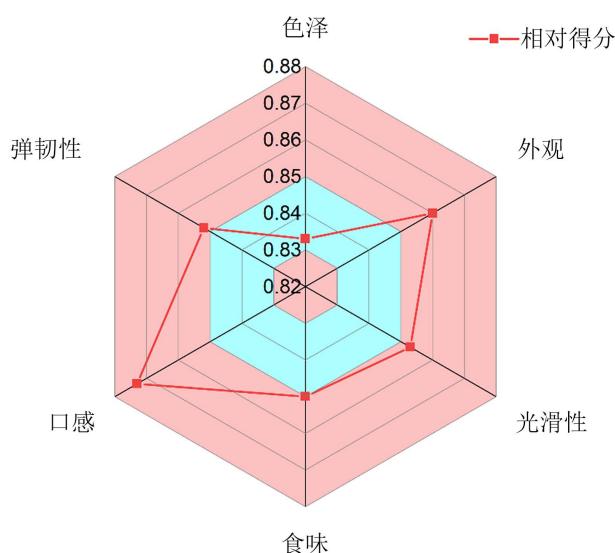
### 3.1. 杂粮面条粉的复配

黑青稞添加量对杂粮面条感官评分及蒸煮损失率的影响如图 1 所示。随着黑青稞粉比例的增加,蒸煮损失率呈先降后升的趋势,这归因于适量黑青稞粉可增强面团韧性及弹性,降低溶出物质;但当比例过高时,膳食纤维破坏面筋连续性,导致表面粗糙、口感变差,感官评分下降,因此选择黑青稞粉与面粉比例为 40:60 作为最佳配比进行后续优化。在此配比下,各感官维度的相对得分分布如图 2 雷达图所示,弹韧性、外观、光滑性、口感和食味五个维度得分均在 0.85 以上,仅色泽维度稍低,可能与黑青稞粉自身色素有关,整体表明 40:60 配下面条具有良好的质构特性与食用品质协调性。



**Figure 1.** The effect of blending ratios on cooking loss and sensory evaluation

**图 1.** 混粉比例对蒸煮损失率以及感官评价的影响



**Figure 2.** Radar chart showing the relative scores for each sensory dimension of the noodles

**图 2.** 面条各感官维度相对得分雷达分布

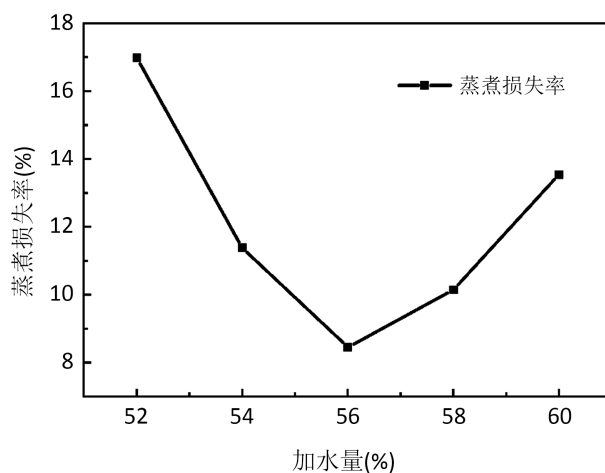
## 3.2. 黄精黑青稞面条和面工艺优化

### 3.2.1. 加水量对面条蒸煮损失率的影响

加水量对面条蒸煮损失率的影响如图 3 所示。当加水量小于 56% 时，蒸煮损失率随加水量增加而呈下降趋势。这是因为水分逐渐接近混合粉的最佳吸水能力，促使面筋蛋白充分吸水溶胀并形成致密的面筋网络，有效包裹膨胀的淀粉颗粒；这不仅增强了面条的弹性和硬度，还缩短了煮制时间，从而降低了蒸煮损失率[35]。当加水量超过 56% 时，水分过剩导致面团黏性增大，面筋网络强度及抗拉伸性能减弱，鲜湿面表面发黏，致使煮制损失增加。因此，后续正交试验选择 54%、56% 和 58% 三个加水量水平。

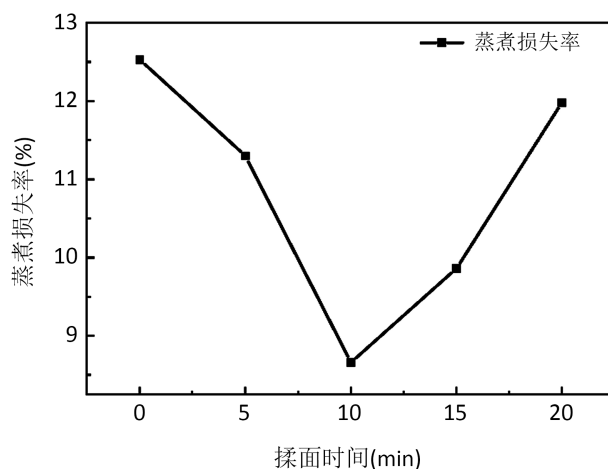
### 3.2.2. 揉面时间对面条蒸煮损失率的影响

揉面时间对面条蒸煮损失率的影响如图 4 所示，蒸煮损失率随揉面时间呈现先降后稳并略升的趋势。在 0~10 分钟内由 12.53% 快速降至 8.66%，10~20 分钟则趋于平缓并小幅回升。这一变化与面筋网络结



**Figure 3.** Effect of water addition on cooking loss rate of noodles

**图 3.** 加水量对面条蒸煮损失率的影响



**Figure 4.** Effect of dough kneading time on noodle steaming loss rate

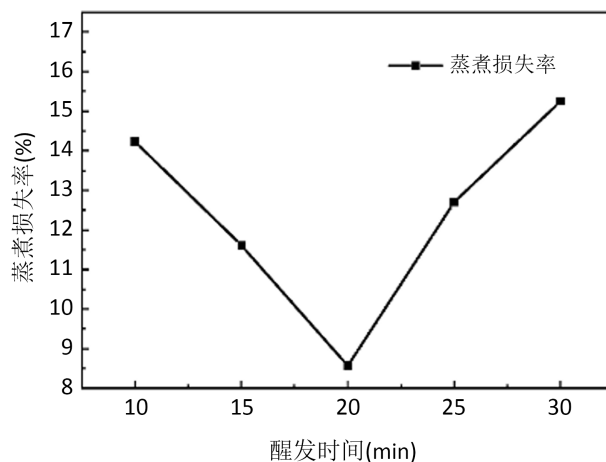
**图 4.** 揉面时间对面条蒸煮损失率的影响

构的形成和演变密切相关，揉面初、中期机械作用促进面筋蛋白交联，二硫键与氢键增加， $\beta$ -折叠结构增多，形成致密网络，有效包裹淀粉颗粒，从而显著降低蒸煮损失；揉面后期网络逐渐稳定，但过度揉面可能导致面筋结构受损，包裹能力下降，损失率因而回升[36]。因此，后续正交试验选择 5 min、10 min 和 15 min 三个揉面时间水平。

### 3.2.3. 醒发时间对面条蒸煮损失率的影响

如图 5 所示，醒发时间对面条蒸煮损失率的影响呈先降后升趋势。较短的醒发时间导致蒸煮损失率较高，大于 10%，适当延长醒发时间后，损失率逐步下降并趋于稳定。但过度延长醒发时间则引起损失率回升。这一变化与面团在醒发过程中的微观结构演变密切相关，在 15~25 min 醒发时间内，真空条件促进了水分迁移和蛋白质水化，有利于面筋网络的形成与稳定；同时淀粉颗粒逐渐膨胀，增强了网络对淀粉的包裹能力，从而降低蒸煮损失。然而，醒发时间过长会导致水分散失、面条表面发黏，淀粉颗粒直径回缩，面筋网络结构弱化，因而蒸煮损失重新上升。因此，后续正交试验选择 15 min、20 min 和 25

min 三个醒发时间水平。



**Figure 5.** Effect of proofing time on cooking loss rate of noodles  
**图 5.** 醒发时间对面条蒸煮损失率的影响

### 3.2.4. 正交试验结果分析

根据单因素试验的结果, 进行三因素三水平的正交试验, 正交试验安排表如表 3 所示。面条的蒸煮损失直接影响面条的品质, 蒸煮损失大不仅说明面条营养成分流失, 还不易得到消费者喜爱, 因此以蒸煮损失率为主要评价指标, 从而优化出黄精黑青稞面条的最优工艺组合。

**Table 3.** Orthogonal test schedule

**表 3.** 正交试验安排表

试验号	加水量(%)	醒发时间(min)	揉面时间(min)
	A	B	C
1	1 (54)	1 (15)	1 (5)
2	1	2 (20)	3 (15)
3	1	3 (25)	2 (10)
4	2 (56)	1	3
5	2	2	2
6	2	3	1
7	3 (58)	1	2
8	3	2	1
9	3	3	3

**Table 4.** Orthogonal test results

**表 4.** 正交试验结果表

试验号	A	B	C	蒸煮损失率(%)
1	1	1	1	8.63
2	1	2	3	7.58
3	1	3	2	8.42

续表

4	2	1	3	8.02
5	2	2	2	7.21
6	2	3	1	8.25
7	3	1	2	8.87
8	3	2	1	7.94
9	3	3	3	8.56
K1	24.63	25.52	24.82	
K2	23.48	22.73	24.50	
K3	25.37	25.23	24.16	
k1	8.21	8.51	8.27	
k2	7.83	7.58	8.17	
k3	8.46	8.41	8.05	
R	0.63	0.93	0.22	

根据黄精黑青稞面蒸煮损失率的正交试验结果见表 4 及极差分析可知, 各工艺因素对面条蒸煮损失率的影响主次顺序为 B (醒发时间) > A (加水量) > C (揉面时间)。这表明在该实验范围内, 醒发时间是控制蒸煮损失的最关键因素。分析得出的理论最优工艺组合为 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>, 即醒发时间 20 min, 加水量 56%, 揉面时间 15 min。

### 3.2.5. 验证性实验

根据 3.2.4 实验结果, A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub> 的条件下进行平行实验, 结果见下表 5。

**Table 5.** Optimal process conditions validation experiment

**表 5.** 最佳工艺条件验证实验

试验组	1	2	3
蒸煮损失率/%	7.18	7.23	7.25
平均值		7.22	
R		0.07	
方差		0.0013	
相对标准偏差/%		0.4994	

由表 5 中的结果分析可以得出, R 值为 0.03, RSD 为 0.4994% < 1%, 说明通过正交试验优化得出的提取色原酮最佳工艺条件是准确可靠的。

### 3.3. 理化结果分析

**Table 6.** Comparison of nutrient content between optimal process samples and standard noodles

**表 6.** 最佳工艺样品与普通挂面成分含量对比

指标含量	样品	普通挂面
灰分%	1.92	0.88

续表

水分%	12.32	10.79
蛋白质/(g/100 g)	12.40	9.6
脂肪/(g/100 g)	1.05	1.60
总淀粉%	50.46	70.68
直链淀粉%	26.44	33.25
$\beta$ -葡聚糖%	6.13	

由表 6 可知, 普通面条的脂肪和淀粉含量高于本实验面条, 但总酚、蛋白质等功能性成分显著低于杂粮面条含量( $P < 0.05$ ), 且普通面条中不含有  $\beta$ -葡聚糖。综上, 与普通挂面相比, 本实验制备的杂粮挂面在蛋白质、总酚及  $\beta$ -葡聚糖等功能性成分上具有显著优势, 同时脂肪含量更低, 更契合现代消费者对健康营养食品的需求。该结果验证了本实验工艺在提升挂面营养与功能特性方面的有效性, 为杂粮挂面的工业化生产提供了理论依据。

## 4. 结论与展望

### 4.1. 结论

本研究通过单因素与正交试验优化了黄精黑青稞面条的制备工艺。结果表明: 最佳复配比例为黑青稞粉:高筋面粉 = 4:6; 最优和面工艺为加水量 56%、醒发 20 min、揉面 15 min, 该条件下蒸煮损失率为 7.22% ( $RSD < 1\%$ ), 各因素影响顺序为醒发时间 > 加水量 > 揉面时间。与普通挂面相比, 最佳工艺制得的面条中蛋白质(12.40 g/100 g)、总糖(171.45 mg/100 g)、灰分(1.92%)及  $\beta$ -葡聚糖(6.13%)含量均显著升高( $P < 0.05$ ), 脂肪含量(1.05 g/100 g)显著降低, 符合健康主食需求。

### 4.2. 展望

当前, 以黑青稞、黄精等为原料的复配型功能性面条研究尚处于起步阶段, 围绕杂粮与药食同源食材的营养协同及加工适配性的系统探索仍较为有限。基于本研究结果, 后续可进一步结合现代分离分析技术, 深入解析黑青稞中  $\beta$ -葡聚糖与黄精活性成分的协同作用机制; 开展体外消化及血糖生成指数评价, 明确产品的健康功效。同时, 可引入智能化感官评价与质构分析手段, 完善品质评价体系; 并考察水温、环境湿度等工艺参数对面条品质的影响, 提升工艺的精准性与可重复性。此外, 建议将该复配体系拓展至馒头、饼干等其他主食载体, 推动杂粮与药食同源食材在功能性主食领域的产业化应用。

## 基金项目

国家级大学生创新训练项目(编号: G202510646014); 阿坝师范学院学生科研项目(编号: 20252001166); 阿坝州应用技术研究与发展资金项目(编号: R23YYJSYJ0002)。

## 参考文献

- [1] 尼珍, 扎西穷达, 曹叶伟, 等. 黑青稞的功效成分和功能作用研究进展[J]. 大麦与谷类科学, 2021, 38(5): 6-9.
- [2] 邓鹏, 张婷婷, 王勇, 等. 青稞的营养功能及加工应用的研究进展[J]. 中国食物与营养, 2020, 26(2): 46-51.
- [3] 李涛, 王金水, 李露, 等. 青稞的特性及其应用现状[J]. 农产品加工(学刊), 2009(9): 92-93+96.
- [4] 朱明霞, 白婷, 靳玉龙, 等. 青稞在面制品应用中的研究进展[J]. 农产品加工, 2020(17): 74-78+81.
- [5] 孟胜亚, 张文会, 于翠翠, 等. 西藏 12 个青稞品种(系)籽粒营养品质的比较分析[J]. 大麦与谷类科学, 2019, 36(6):

- 1-5.
- [6] 朱明霞, 白婷, 张玉红. 黑青稞花青素研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2023, 34(10): 294-299.
- [7] 黄本宸, 舒森彪, 李曼玲, 等. 黑青稞花青素的研究进展[J]. 轻工科技, 2024, 40(1): 38-41.
- [8] 李成彪, 张文刚, 张杰, 等. 青稞可溶性膳食纤维提取工艺优化及理化性质研究[J]. 农产品加工, 2023(7): 50-55+60.
- [9] [https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202503/content\\_7015682.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202503/content_7015682.htm), 2025-03-20.
- [10] 宋添力, 张钰, 肖强, 等. 黄精化学成分以及药用价值的研究进展[J]. 中华中医药学刊, 2024, 42(11): 119-126.
- [11] 郑梅霞, 刘伟, 侯国华, 等. 九蒸九制多花黄精化学成分、抗氧化活性及挥发性风味的动态变化及其机制[J]. 中草药, 2025, 56(20): 7332-7343.
- [12] 禩雨鹏, 徐伶俐, 郑景中, 等. 滇黄精中的生物碱、高异黄酮类化学成分及其活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2025, 37(3): 457-464.
- [13] 高翔, 何美军, 罗建群, 等. 基于 UPLC-ESI-QTRAP-MS/MS 和网络药理学探究黄精缓解高尿酸血症的化学成分及作用机制[J]. 天然产物研究与开发, 2026, 38(3): 496-508.
- [14] 陈宇, 周芸涓, 李丹, 等. 黄精的现代药理作用研究进展[J]. 中药材, 2021, 44(1): 240-244.
- [15] 刘爽, 胡舒婷, 贾巧君, 等. 黄精的化学组成及药理作用的研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2021, 33(10): 1783-1796.
- [16] 常晖, 靳鹏博, 马存德, 等. 不同方法炮制黄精后其化学成分及药理作用研究进展[J]. 世界中医药, 2023, 18(21): 3125-3135.
- [17] 杨冰峰, 胥峰, 李淑立, 等. 黄精化学成分·生理功能及产业发展研究进展[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(11): 8-12.
- [18] 曾奇, 笪小云, 李建, 等. 黄精对高脂血症模型大鼠的降脂作用[J]. 今日药学, 2024, 34(7): 494-498.
- [19] Sun, H., Saeedi, P., Karuranga, S., Pinkepank, M., Ogurtsova, K., Duncan, B.B., *et al.* (2022) IDF Diabetes Atlas: Global, Regional and Country-Level Diabetes Prevalence Estimates for 2021 and Projections for 2045. *Diabetes Research and Clinical Practice*, **183**, Article 109119. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109119>
- [20] Liu, Z., Liu, J., Tang, R., Zhang, Z. and Tian, S. (2024) Procyanidin B1 and Coumaric Acid from Highland Barley Alleviated High-Fat-Diet-Induced Hyperlipidemia by Regulating PPAR $\alpha$ -Mediated Hepatic Lipid Metabolism and Gut Microbiota in Diabetic C57BL/6J Mice. *Foods*, **13**, Article 1843. <https://doi.org/10.3390/foods13121843>
- [21] 刘闽楠, 李言, 钱海峰, 等. 燕麦、荞麦、青稞面条品质影响因素及其改良研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2023, 49(11): 347-351.
- [22] 周娇, 等. 不同品种青稞面粉品质评价及面条加工适宜性研究[J]. 粮油食品科技, 2024, 32(3): 84-92.
- [23] 孙康娜, 院珍珍, 李岩. 小麦、酶解青稞低 GI 面条加工工艺研究[J]. 中国食品添加剂, 2025, 36(3): 142-149.
- [24] 程莹. 黄精杂粮蛋糕的研制及其品质研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都大学, 2023.
- [25] 刘闽楠. 酶处理对黑小麦全麦面条品质的影响机理研究[D]: [硕士学位论文]. 无锡: 江南大学, 2024.
- [26] <https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D7FA1ED3A7E05397BE0A0AB82A>, 2012-11-01.
- [27] 全国粮油标准化技术委员会(SAC/TC 270). GB/T 35875-2018 粮油检验小麦粉面条加工品质评价[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [28] 邢露露, 尚逢实, 张佳伦, 等. 抗性糊精对小麦面团特性及面条品质的影响[J]. 食品工业科技, 2025, 46(24): 88-97.
- [29] <https://www.cfsn.cn/zcwk/detail/2163/1638.html>, 2025-03-16.
- [30] <https://www.anan.gov.cn/anan/cpbz/201801/cf835220ea514434a59d4fec56123809.shtml>, 2016-08-31.
- [31] <https://www.anan.gov.cn/anan/cpbz/201801/91413b5ee13a4af2810c14006e918a56.shtml>, 2016-08-31.
- [32] <https://www.anan.gov.cn/anan/cpbz/201801/ffddf722c4e44dcb9888d7e1b55c0146.shtml>, 2016-12-23.
- [33] 刘墩福, 师成旭, 冯声宝. 试剂盒法测定青海青稞酒中不同海拔高度青稞中  $\beta$ -葡聚糖含量[J]. 酿酒, 2021, 48(4): 91-93.
- [34] 李清扬, 张永欣, 陆健. 有色青稞(西藏裸大麦)品种的酚类成分、 $\beta$ -葡聚糖含量及抗氧化能力[J]. 中外酒业, 2024(11): 34-41.
- [35] 闫美姣. 高含量杂粮面条研制与开发[D]: [硕士学位论文]. 太原: 山西大学, 2019.
- [36] 孟莲, 周惠明, 朱科学, 等. 揉面过程中面团筋蛋白结构的变化[J]. 食品与机械, 2020, 36(2): 19-24.