银耳发酵乳制备工艺优化及营养质构分析

宋明劲，郭宁静，李 翔*，戴 雅，余 华

成都大学食品与生物工程学院，四川成都 610106

摘 要：[目的]研制一款高钙低脂、营养丰富的银耳发酵乳，并分析其风味和品质。[方法]利用单因素试验和正交试验优化银耳发酵乳的制备工艺，并分析最佳条件下银耳发酵乳的质构特性、酸度、总糖含量、蛋白质含量、脂肪含量、钙离子浓度、乳酸菌数和大肠杆菌数等指标。[结果]银耳发酵乳的最佳工艺配方为银耳浆添加量20%、脱脂奶粉添加量14%、蔗糖添加了6%、稳定剂添加量0.4%，该配方在41 ℃发酵8 h制得成品的感官评分最高。其质构特性测定黏度为4 430 mPa·s，硬度为108 g，酸度为82.48 °T，总糖含量为10.92%，脂肪含量为1.782 g/100 mL，钙离子浓度为7.84 mg/100 mL，蛋白质含量为22 mg/mL，乳酸菌数为1.6×10^{8} CFU/mL且大肠杆菌数为0。[结论]该成品在一定范围内降低了脂肪含量，同时保留了钙、蛋白质等营养价值，并在保留其发酵乳特殊风味的基础上，对口味进行了创新。

关键词：银耳；发酵；营养质构

文章编号：1671-4393（2025）06-0127-09 DOI:10.12377/1671-4393.25.06.21

0 引言

银耳（Tremella）是我国重要的食药两用真菌[1]。四川省通江县出产的银耳更是位居中国银耳之首[2]，2023年通江县银耳产值已突破30 亿元，当地正奋力打造百亿级银耳产业集群。银耳富含多糖、维生素B和维生素D、膳食纤维以及人体所需的多种微量元素[3]，具有丰富的药理和生物活性，包括增强免疫力[4]，调节血脂、血糖，抗衰老[5]和抗肿瘤[6]等功效。发酵乳是以牛奶或奶粉为原料制成的发酵乳制品[7]，其营养价值和功能丰富，可调节人体肠道菌群平衡[8]，有助于肠道消化吸收[9]，降低胆固醇并提高人体免疫力[10]。

作者简介：宋明劲（2001-），男，四川内江人，硕士，研究方向为食品加工与安全；
郭宁静（1998-），女，四川达州人，硕士，研究方向为食品加工与安全；
戴 雅（1999-），女，贵州铜仁人，硕士，研究方向为食品加工与安全；
余 华（1967-），女，四川成都人，博士，教授，研究方向为食品营养。
*通信作者：李 翔（1974-），女，四川成都人，博士，教授，研究方向为农产品冷链物流。

中国乳业线上阅读

本研究旨在优化银耳发酵乳的制备工艺，以充分发挥银耳中多糖的多重益处，制备一款天然、健康、营养价值丰富的银耳发酵乳。试验以银耳和脱脂奶粉为主要原料，选取发酵时间、银耳浆添加量、蔗糖添加量和稳定剂添加量为单因素，以感官评分为评价标准，结合正交试验确定最佳添加量；并在最佳添加量下检测银耳发酵乳的质构特性、酸度、总糖含量、脂肪含量、钙离子浓度、蛋白质含量、大肠杆菌数和乳酸菌数，以提高成品的稳定性和口感。银耳发酵乳顺应了市场的发展趋势，迎合了消费者对口感的需求，同时具备一系列保健功能，可为通江县的银耳产业开辟新市场。

1 材料与方法

1.1 试验材料与试剂

银耳干品，四川通江县陈河乡椴木贡耳；脱脂奶粉，新西兰纽仕兰牧场成人脱脂奶粉；酸奶发酵剂，北京川秀双歧杆菌酸奶发酵剂；白砂糖，太古优级白砂糖；葡萄糖、乙醚、无水硫酸钠、邻苯二甲酸氢钾、碱性品红、考马斯亮蓝G-250试剂、蒽酮指示剂、络蓝指示剂、EDTA溶液等试剂（分析纯），成都市科隆化学品有限公司。

1.2 试验设备

HH-S6电热恒温水浴锅，北京科伟永兴仪器有限公司；UV-5200紫外可见光分光光度计，上海元析仪器有限公司；GHP-9080真空干燥箱，上海琅玕实验设备有限公司；TPT 606s高压均质机，上海申鹿均质机有限公司；TA.XTExpress质构仪，英国Stable Micro System公司，；SNJ-R10N2酸奶机，小熊电器股份有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 银耳发酵乳的制备方法

本试验参考李冰等[11]牡丹花纯露酸奶的制备工艺流程，稍作修改，如图1所示。

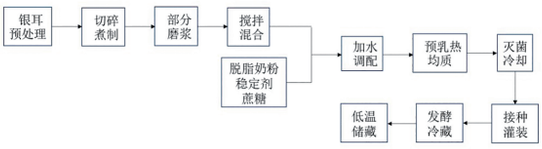


图 1 银耳发酵乳的制备工艺流程

1.3.2 操作要点

银耳预处理：选择色泽鲜白、肉质肥厚的银耳，剔除霉变，清水洗净，切成1 cm×1 cm大小[12]。

部分磨浆：将切碎的银耳在90 ℃充分煮制60 min，取出2/3煮好的银耳浆研磨成浆，再倒回与原1/3未研磨银耳混合。

加水调配：将混合银耳浆与脱脂奶粉、稳定剂、蔗糖置于略高于60 ℃的水中充分搅拌、均匀混合。

预乳热均质：将上述混合液体在60 ℃均质2 次，第一次均质压力为16～20 Mpa，以达到混匀上述原料的目的；第二次均质压力为1～10 Mpa，均质后的发酵乳质地平滑、口感细腻。

灭菌冷却：将预乳在85 ℃以上进行杀菌有利于提高发酵乳的黏度、硬度并降低其水分含量[13]。即将设置电热恒温水浴锅温度为90 ℃，密封加热，消毒灭菌10 min，完成热处理后，立即冷却至40 ℃。

接种灌装、发酵冷藏：将酸奶发酵剂倒入灭菌冷却后的预乳中混匀，分装后置于41 ℃酸奶发酵机中充分发酵8 h。

低温贮藏：完成发酵后，将发酵乳置于4 ℃冰箱中冷却后熟12 h，使其风味更爽口。

1.3.3 银耳浆工艺条件优化试验

银耳浆黏度与其浓度成正比，且银耳多糖的状态会随温度和受热时间的增加而变化，导致银耳浆黏度降低。本试验设置银耳的煮制温度为90 ℃，通过设计双因素试验确定煮制时间和料水比例，具体因素和水平见表1，以感官评分（口感和黏度）作为评价标准见表2。

1.3.4 单因素试验设计

经过前期多次相关预试验，以银耳发酵乳的总质量为基准，固定脱脂奶粉用量为14%，其他物料

中国乳业线上阅读

表 1 银耳浆制备双因素试验条件

煮制时间（min）	30			60			90		
料水比	1∶4	1∶6	1∶8	1∶4	1∶6	1∶8	1∶4	1∶6	1∶8
样品号	YEJ1	YEJ2	YEJ3	YEJ4	YEJ5	YEJ6	YEJ7	YEJ8	YEJ9

按其质量百分比计，选取对发酵乳品质影响较大的发酵时间（A）、银耳浆添加量（B）、蔗糖添加量（C）和稳定剂添加量（D）作为单因素，根据感官评分确定各因素的最佳条件。即A（4 h、6 h、8 h、10 h）、B（10%、20%、30%、40%）、C（3%、6%、9%、12%）、D（0.2%、0.4%、0.6%、0.8%）进行单因素试验，所得最佳条件值作为下一组单因素试验的固定条件值，依次选出各因素的最佳水平。

表 2 银耳浆感官评分标准

项目	评分标准	分数（分）
口感	口感较好，有明显的银耳质感	50 ~ 42
	口感较差，难以品尝到银耳质感	41 ~ 34
	口感差，品尝不到银耳质感	33 ~ 20
黏度	银耳浆黏度合适	50 ~ 44
	银耳浆黏度偏低	43 ~ 32
	银耳浆黏度偏高	31 ~ 20

1.3.5 感官评分方法与标准

挑选10 名经感官评分培训的食品专业学生，参考中国乳制品行业规范《RHB 104—2020发酵乳感官评鉴细则》[14]，对其凝固状态、颜色、气味和口感进行综合评分，总分为100 分，具体评分标准见表3。

1.3.6 正交试验设计

基于单因素试验结果进行正交试验，以确定银耳发酵乳的最佳工艺条件和配方。本试验选取发酵时间（A）、银耳浆添加量（B）、蔗糖添加量（C）和稳定剂添加量（D）这4 个因素，分为3 个水平，完成$L_9(3^4)$正交试验，以感官评分作为评价标准[16]，确定银耳发酵乳的最佳工艺，具体操作见表4。

1.3.7 质构特性测定

参考王雪杭等[18]方法，稍作调整。将银耳发酵乳填装入半径为1.5 cm、高为3.0 cm的圆柱形标准容器中。采用TA-XT Express质构仪在20 ℃进行发酵乳质构特性测定。采用P3OC-圆锥形探头，用砝码校准，以1 mm/s下降，测定过程中速率为1 mm/s，测定结束后以1 mm/s回程，测定距离为8 mm，测定时间为150 s。每个样品测试3 次，取平均值。

表 3 银耳发酵乳感官评分标准 [15]

项目	评分标准	分数（分）
组织状态	色泽乳白偏黄，表面光滑，气味清新，口感细腻，无气泡	30 ~ 27
	成型效果好，质地较均匀，有少量气泡	26 ~ 24
	不易成型，表面水分多，质地粗糙，有少量气泡	23 ~ 18
	无凝固状态，表面水分多，质地粗糙，有大量气泡	< 18
乳清析出	无乳清，水分少	20 ~ 18
	有少量水分	17 ~ 15
	水分较多，有分层现象	14 ~ 10
	大量水分产生，浑浊，分层严重	< 10
口感	口感好，酸甜适度	30 ~ 27
	口感较好，偏酸或无酸味，偏甜或无甜味	26 ~ 24
	口感较差，不够酸或太酸，不够甜或太甜	23 ~ 20
	口感差，无酸味或无甜味	< 20
风味	有香浓乳香和银耳清香，无不良风味	20 ~ 18
	有香浓乳香，银耳清香较淡	17 ~ 15
	无乳香和银耳清香	14 ~ 10
	风味异常	< 10

表 4 正交试验因素与水平 [17]

水平	因素			
	A 发酵时间（h）	B 银耳浆添加量（%）	C 蔗糖添加量（%）	D 稳定剂添加量（%）
1	6	15	6	0.2
2	8	25	8	0.4
3	10	35	10	0.6

中国乳业线上阅读

1.3.8 酸度测定

参考《GB 5413.34—2010 食品安全国家标准 乳和乳制品酸度的测定》[19]中方法测定银耳发酵乳酸度（°T）。

1.3.9 总糖含量测定

参考翁霞等[20]优化马铃薯淀粉总糖的测定方法，稍作修改。先将葡萄糖样品置于80 ℃真空干燥箱中，直至达到恒重状态。随后精确称取0.1 g溶解并定容至100 mL容量瓶中。移取10 mL该溶液，进一步稀释并定容至另一100 mL容量瓶，制得浓度为0.1 mg/mL的葡萄糖标准溶液。随后，分别量取0.0 mL、0.1 mL、0.2 mL、0.3 mL、0.4 mL、0.6 mL、0.8 mL该标准溶液，分别用蒸馏水定容至1 mL后各加入5 mL蒽酮试剂，并于沸水浴中加热10 min。之后，在620 nm波长下测定各溶液吸光度，绘制并计算出标准曲线的数学表达式。同样将银耳发酵乳样品置于80 ℃真空干燥箱中烘干至恒重，精确称取干粉0.1 g加入50 mL浓度80%（w/v）的乙醇溶液，于45 ℃恒温水浴中加热搅拌10 min。经过抽滤处理，取滤液1 mL，并以蒸馏水作为空白对照进行校正后，将样品置于冰水浴中迅速冷却备用。按照上述标准曲线测定方法，测定银耳发酵乳干粉的总糖含量。再取相同量的市售发酵乳进行以上试验，所得其总糖含量与银耳发酵乳作对照。

1.3.10 蛋白质含量测定

参考雷海容等[21]方法，稍作修改。取6 支试管，配制0 μg/mL、20 μg/mL、40 μg/mL、60 μg/mL、80 μg/mL、100 μg/mL牛血清白蛋溶液各1 mL，准确吸取0.1 mL各管溶液分别于10 mL具塞试管中，加入5 mL考马斯亮蓝G-250试剂，盖塞[22]。将试管中溶液纵向倒转混合，静置2 min后用10 mL光径的比色皿在595 nm下比色，绘制标准曲线。用1 mL移液枪移取1 mL发酵乳，并用蒸馏水标定至100 mL容量瓶中，以稀释发酵乳样品。取1 mL稀释后的发酵乳样品分别加入3 只洁净试管中，加2.5 mL考马斯亮蓝G-250试剂，混合摇匀后常温放置10 min，在595 nm下测定吸光度，取其平均值[23]。

1.3.11 脂肪含量测定

参考《GB 5009.6—2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》[24]中方法测定银耳发酵乳脂肪含量（g/100 mL）。

1.3.12 钙离子浓度测定

参考国标《GB/T 5009.92—2003食品中钙的测定》[25]中方法测定银耳发酵乳钙离子浓度（mg/100 mL）。

1.3.13 乳酸菌数测定

参考国标《GB 4789.35—2023食品安全国家标准 食品微生物学检验》[26]中方法测定银耳发酵乳中乳酸菌数（CFU/mL）。

1.3.14 大肠杆菌数测定

参考国标《GB 4789.3—2016食品微生物学检验 大肠杆菌计数》[27]中方法测定银耳发酵乳中大肠杆菌数（CFU/mL）。

2 结果与分析

2.1 银耳浆工艺条件优化试验结果

根据1.1.3的试验方案进行的双因素试验，结果如图2所示，YEJ5得分最高。

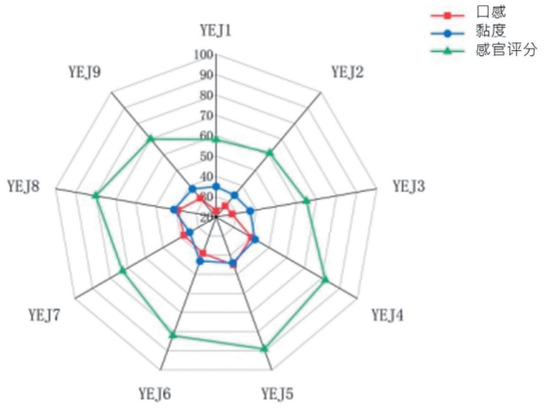


图 2 银耳浆感官评分雷达图

分析试验数据可得，当煮制温度一定时，煮制时间对银耳浆感官评分的影响最为显著，料水比的影响略低于煮制时间。试验数据表明，煮制时间为90 min时银耳浆过于黏稠；煮制时间为30 min时银

中国乳业线上阅读

耳浆黏度不足且银耳口感不够软糯；煮制时间为60 min、料水比为1∶6时，银耳浆黏度适合且口感软糯。因此，优化后银耳浆的工艺条件为煮制温度90 ℃，煮制时间60 min，料水比1∶6。

2.2 单因素试验结果

2.2.1 发酵时间对感官评分的影响

由图3可知，发酵时间为8 h时，银耳发酵乳的凝固状态、口感、颜色、滋气味评分达最高值，感官评分最高。发酵时间为4 h时，发酵乳凝固不全；发酵时间为6 h时，酸度偏低；发酵时间为10 h时，糖酸比失衡，并且有较多的乳清析出。因此，银耳发酵乳的最佳发酵时间为8 h。张锋等[28]在梨果汁发酵乳饮料研制中也得出相似结论。因此，后续正交试验选择发酵时间为6 h、8 h和10 h。

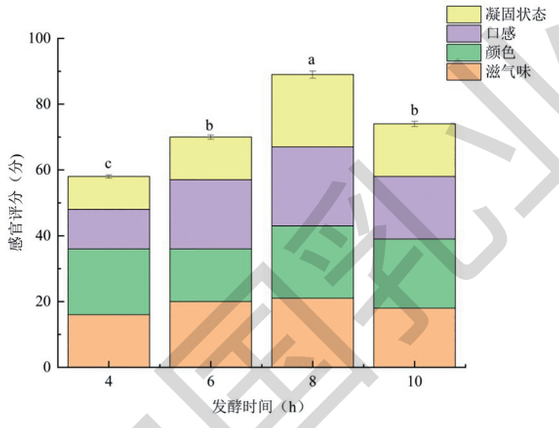


图 3 发酵时间对感官评分的影响

注：小写字母a、b、c表示不同发酵时间存在显著差异（$P<0.05$），下同

2.2.2 银耳浆添加量对感官评分的影响

由图4可知，银耳浆添加量为20%时，银耳发酵乳的感官评分最高。银耳浆添加量为10%时，发酵乳风味与未添加银耳浆时无异；银耳浆添加量为30%时，发酵乳的纤维素口感过强；银耳浆添加量为40%时，发酵乳不易凝固、颜色不均匀、滋气味不佳。因此，后续正交试验选择银耳浆用量15%、20%和25%。

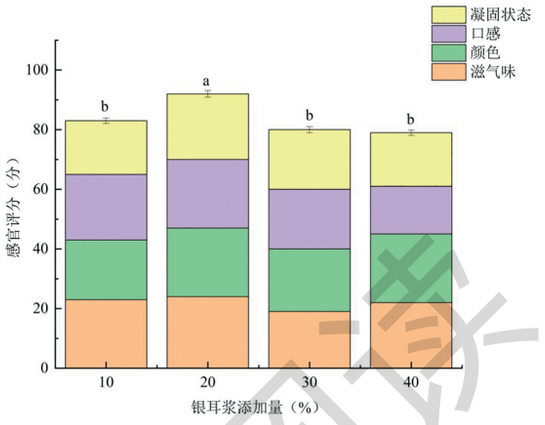


图 4 银耳浆添加量对感官评分的影响

2.2.3 蔗糖添加量对感官评分的影响

由图5可知，蔗糖添加量为6%时，银耳发酵乳的感官评分最高，银耳发酵乳酸甜爽口，回味悠长并有发酵乳特殊风味。蔗糖添加量为3%时，酸味过于明显；蔗糖添加量为9%时，口味偏甜，略失发酵乳特殊风味；蔗糖添加量为12%时，甜味过于明显，完全失去发酵乳特殊风味。因此，后续正交试验选择蔗糖添加量为6%、8%和10%。

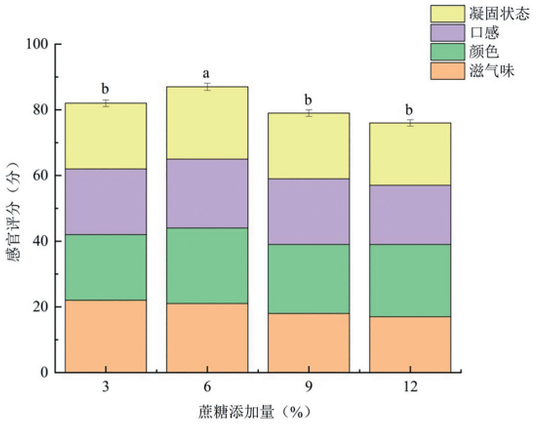


图 5 蔗糖添加量对感官评分的影响

2.2.4 稳定剂添加量对感官评分的影响

由图6可知，稳定剂添加量为0.4%时，银耳发酵乳的感官评分最高。稳定剂添加量大于0.4%时，发酵乳口感和滋气味不佳；稳定剂添加量小于0.4%时，发酵乳凝固状态不佳。因此，后续正交试验选

中国乳业线上阅读

择稳定剂添加量为0.2%、0.4%和0.6%。

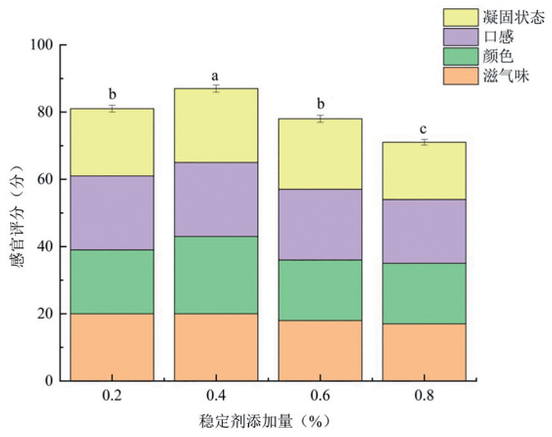


图 6 稳定剂用量对感官品质的影响

2.3 正交试验结果

2.3.1 正交试验结果与分析

在分析单因素试验结果基础上，固定发酵温度为41 ℃。选取发酵时间（A）、银耳浆添加量（B）、蔗糖添加量（C）和稳定剂添加量（D）4 个因素作为变量，选取3 个不同水平，进行$L_9(3^4)$正交试验，具体试验设计方案和感官评分结果见表5[29]。

表 5 正交试验设计方案和感官评分结果

试验编号	因素				感官评分（分）
	A 发酵时间	B 银耳浆添加量	C 蔗糖添加量	D 稳定剂添加量	
1	1	1	1	1	82
2	1	2	2	2	86
3	1	3	3	3	87
4	2	1	2	3	87
5	2	2	3	1	86
6	2	3	1	2	93
7	3	1	3	2	81
8	3	2	1	3	84
9	3	3	2	1	83
K1	255	250	254		
K2	266	256	260		
K3	248	263	258		
k1	85.000	83.333	83.667		
k2	88.667	85.333	86.667		
k3	82.667	87.667	86.000		
R	6.004	4.333	3.020		

根据上述结果可得该试验设计的方差分析，见表6。

表 6 正交试验方差分析

方差来源	SS（离均差平方和）	自由度（df）	均方（MS）	统计量（F）
A 发酵时间	38.542	2	19.271	2.148
B 银耳浆添加量	26.542	2	13.271	1.104
C 蔗糖添加量	4.542	2	2.272	0.165
D 稳定剂添加量	14.878	2	7.443	0.579
误差	0	0		
总因素	101.988	8		

分析正交试验结果发现，4 个因素对银耳发酵乳的感官评分影响大小为A＞B＞D＞C，其中，影响最显著的是银耳浆添加量，最不显著的是稳定剂添加量。基于对R值和方差结果的分析，得出A选取水平2、B选取水平3、C选取水平2、D选取水平2。即银耳发酵乳的最佳工艺条件为：银耳浆添加量20%、脱脂奶粉添加量14%，蔗糖添加量8%，稳定剂添加量0.4%，发酵温度41 ℃，发酵时间8 h。在此工艺条件下，银耳发酵乳的组织状态好、口感细腻、酸甜适中、无乳清析出，有明显发酵乳风味，成品品质很好。

2.3.2 质构特性测定结果

质构特性测定银耳发酵乳黏度为4 430 mPa·s，硬度为108 g（表7）。与市售发酵乳（未添加银耳浆）相比，银耳发酵酸乳黏度略大，而两者硬度相近。这是由于银耳中的多糖成分经乳酸菌发酵后，导致发酵乳黏度增大。

表 7 银耳发酵乳与市售发酵乳质构特性测定结果对比

	黏度（mPa•s）	硬度（g）
银耳发酵乳	4 430	108
市售发酵乳	3 550	106

2.3.3 酸度测定结果

银耳发酵乳的酸度测定为82.48 °T（＞70 °T），酸度适宜，符合《GB 19302—2010 食品安全国家标准 发酵乳》[30]对发酵乳制品酸度的要求，且凝固状态较好。

中国乳业线上阅读

2.3.4 总糖含量测定结果

银耳发酵乳的总糖含量（质量分数）测定为10.92%，甜度适宜，口感清甜爽口。市售发酵乳的总糖含量为9.2%，这可能是由于银耳浆中糖类物质在乳酸菌发酵下导致总糖含量略微升高。

2.3.5 蛋白质含量测定结果

银耳发酵乳的蛋白质含量测定为2.2 g/100 mL，略低于牛奶中的蛋白质含量，这可能由发酵乳在发酵的过程中约有20%的蛋白质会水解成小分子，从而降低蛋白质含量[31]。

2.3.6 脂肪含量测定结果

银耳发酵乳的脂肪含量测定为1.782 g/100 mL（＜2.5 g/100 mL），略低于GB 19302—2010[30]对发酵乳制品脂肪浓度的要求，这是由于本试验为达降脂的目的，从而制得更健康的发酵乳，选用了脱脂奶粉以满足低脂的要求。

2.3.7 钙离子浓度测定结果

银耳发酵乳的钙离子浓度测定为87.84 mg/100 mL，市售发酵乳的钙离子浓度为90 mg/100 mL[32]，两者的钙离子浓度几乎相同。

2.3.8 乳酸菌数测定结果

银耳发酵乳的乳酸菌数测定为1.6×10^8 CFU/mL（＞1×10^6 CFU/mL），符合GB 19302—2010[30]对发酵乳制品乳酸菌数的要求。

2.3.9 大肠杆菌数测定结果

未检测出银耳发酵乳中存在大肠杆菌，符合GB 19302—2010[30]对发酵乳制品大肠杆菌群的要求。

3 结论

本试验表明，银耳发酵乳的最佳工艺条件为：银耳浆添加量20%、脱脂奶粉添加量14%、蔗糖添加量6%、稳定剂添加量0.4%，发酵温度41 ℃，发酵时间8 h。与贾丽娜的[13]凝固型蜂蜜银耳酸奶相比，本成品通过优化工艺，提高银耳用量，降低蔗糖用量，使发酵乳质地细腻、口感清爽、酸甜适度，且添加银耳小粒的发酵乳口感独特，有特殊的咀嚼感。

本试验测定最佳工艺条件下，银耳发酵乳的质构特性测定黏度为4 430 mPa·s、硬度为108 g、酸度为82.48 °T、总糖含量为10.92%、脂肪含量为1.782 g/100 mL、钙离子浓度为7.84 mg/100 mL、蛋白质含量为22 mg/mL、乳酸菌数为1.6×10^8 CFU/mL、大肠杆菌数为0，符合GB 19302—2010[30]对发酵乳制品的各项质量要求，并在一定范围内降低了脂肪含量，同时保留了钙、蛋白质等的营养价值，与刘哲明[33]的银耳枣汁酸奶相比，本成品的钙离子浓度得到较大提升，并且在保留其发酵乳特殊风味的同时，对口味进行了创新。

综上所述，本成品口感和设计理念新颖，消费群体广大，可为通江县银耳产业的转型升级和市场拓展提供有力支持。

参考文献

[1] 谢娟，张明星，李欢欢，等.鲜银耳超高压加工工艺优化[J].食品研究与开发，2022，43（1）：118-124.

[2] Xu W，Shen X，Yang F，et al.Protective effect of polysaccharides isolated from Tremella fuciformis against radiation-induced damage in mice[J].Journal of Radiation Research，2012，53（3）：353-360.

[3] 谯小涛.通江银耳菌中之冠[J].标准生活，2013（1）：58-63.

[4] 李翔，徐宏，邓杰，等.响应面法优化银耳山楂红枣速溶饮料的加工工艺[J].食品工业，2020，41（1）：87-91.

[5] Zhang S B，Lu Q Y，Yang H，et al.Aqueous enzymatic extraction of oil and protein hydrolysates from roasted peanut seeds[J].Journal of the American Oil Chemists' Society，2011，88（5）：727-732.

[6] Li Y，Chen J，Lai P，et al.Influence of drying methods on the physicochemical properties and nutritional composition of instant Tremella fuciformis[J].Food Science and Technology，2020，40（3）：741-748.

[7] 卢玉容，郭秀兰，唐仁勇，等.银耳多糖对低脂酸奶发酵、质构及感官品质的影响[J].食品工业科技，2019，40（10）：73-77.

[8] 屈小媛，田维荣，杨飞，等.黑树莓酸奶的研制[J].保鲜与加工，2011，11（5）：35-38.

[9] 武海峰.益生菌酸奶冰激凌品质的改善研究[D].呼和浩特：内蒙古农业大学，2012.

[10] Torre L L，Tamime A Y，Muir D D.Rheology and sensory profiling of set - type fermented milks made with different commercial probiotic and yoghurt starter cultures[J].

中国乳业线上阅读

International Journal of Dairy Technology，2003，56（3）：163–170.
[11] 李冰，张立攀，胡桂芳，等.牡丹花纯露营养酸奶的研制及品质分析[J].食品工业科技，2022，43（17）：230–239.
[12] 朱叶力，王一涵，谢清芸，等.水热处理对银耳多糖溶出及物理特性的影响[J].食品工业科技，2025，46（2）：64–73..
[13] 贾丽娜，吴俏云，苑宁，等.凝固型蜂蜜银耳酸奶的研制[J].粮食与油脂，2017，30（7）：48–50.
[14] 中国乳制品工业协会.RHB 104—2020 发酵乳感官评鉴细则[S].
[15] 李素，党超，刘晨，等.洋葱雪梨复合饮料的研制[J].饮料工业，2014，17（5）：40–43.
[16] 郭俊花，许先猛，成少宁，等.槐米酸奶加工工艺及DPPH自由基清除能力研究[J].中国酿造，2016，35（6）：187–191.
[17] 张佳歆.长货架期有机饮用型酸奶的开发研究[D].呼和浩特：内蒙古农业大学，2023.
[18] 王雪杭，李瑞东，蒋云龙，等.植物乳杆菌胞外多糖协同鱼明胶改善低脂酸奶品质特性[J].食品科学，2023，44（10）：73–81.
[19] 中华人民共和国卫生部.GB 5413.34—2010 食品安全国家标准 乳和乳制品酸度的测定[S].
[20] 翁霞，辛广，李云霞.蒽酮比色法测定马铃薯淀粉总糖的条件研究[J].食品研究与开发，2013，34（17）：86–88.
[21] 雷海容，刘雷，梁洪祥.超声辅助提取豆粕水溶性蛋白质工艺优化[J].粮食与油脂，2023，36（4）：36–39.
[22] 陈红惠，浦婷婷.玫瑰银耳凝固型风味酸奶研发[J].文山学院学报，2017，30（6）：28–33.
[23] 龙小凤.多壁碳纳米管诱导葡萄细胞白藜芦醇生物合成的研究[D].苏州：苏州大学，2013.
[24] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会，国家食品药品监督管理总局.GB 5009.6—2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定[S].
[25] 中华人民共和国国家卫生部，中国国家标准化管理委员会.GB/T 5009.92—2003食品中钙的测定[S].
[26] 中华人民共和国国家卫生健康委员会，国家市场监督管理总局.GB 4789.35—2023 食品安全国家标准 食品微生物学检验[S].
[27] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会，国家食品药品监督管理总局.GB 4789.3—2016 食品微生物学检验 大肠杆菌计数[S].
[28] 张锋，金杰，朱中原.梨果汁发酵乳饮料的研制[J].食品研究与开发，2017，38（24）：103–108.
[29] 杨扬.十种真菌多糖对酸奶发酵剂发酵特性的影响[J].食品工业科技，2023，44（8）：85–98.
[30] 中华人民共和国卫生部.GB 19302—2010 食品安全国家标准发酵乳[S].
[31] 杨问香，王芳，李全阳.温度对酸乳中乳酸菌胞外多糖作用机制的研究[J].食品工业科技，2012，33（9）：58–61.
[32] 祝玉婷，胡志和，霍辰辰，等.添加复配糖对凝固型酸奶品质的影响[J].食品工业科技，2022，43（12）：268–282.
[33] 刘哲明.银耳枣汁酸奶的研制[J].广州食品工业科技，2001，17（2）：33–35.

Optimization of Preparation Process and Nutritional Textural Analysis of Tremella Yogurt

Song Mingjin，GUO ningjing，LI Xiang*，DAI Ya，YU Hua
School of Food and Biological Engineering，Chengdu University，Chengdu Sichuan 610106

Abstract：[Objective]To develop a high calcium，low fat and nutrient-rich tremella yogurt，and analyze its flavor and quality.[Method]The preparation process of tremella yogurt was optimized by single-factor test and orthogonal test，and the texture characteristics，acidity，total sugar content，protein content，fat concentration，calcium ion concentration，number of lactic acid bacteria and *Escherichia coli* of tremella yogurt under the optimal conditions were analyzed.[Result] The optimal formula of tremella yogurt was 20% of tremella pulp，14% of skimmed milk powder，6% of sucrose and 0.4% of stabilizer. The sensory score of the finished product was the highest when

下转139页

中国乳业编辑部

人类，2013（4）：30－37.
[27] 陈贤银.基于产业安全视角的我国农业产业外资并购效应研究[D].重庆：西南大学，2010.
[28] 万虹伶.外资在华并购的垄断倾向与财务应对策略[D].成都：西南财经大学，2010.
[29] 曾亚敏，张俊生.从可口可乐并购汇源案看外资并购的信号传递效应[J].中国工业经济，2009（7）：10.
[30] 刘鹤萱.M乳业跨国并购B企业的绩效研究[D].石家庄：河北师范大学，2024.

Analysis of Antitrust Regulation on Foreign Capital M&A in China's Dairy Industry

ZHANG Linlin
Tiangong University，Tianjin 300000

Abstract：Against the backdrop of deepening global economic integration and the vigorous development of China's dairy industry，foreign capital mergers and acquisitions （M&As） in China have shown a sustained active trend. While foreign investment injects capital momentum into the dairy industry，the accompanying monopoly risks such as abuse of market dominance and distortion of competition order cannot be ignored. Taking China's dairy industry as the research field，this paper systematically analyzed the monopoly hazards in foreign capital M&As and the practical necessity of antitrust regulation. Combining the mature international experience of the EU，the United States and other countries，it put forward targeted suggestions from the dimensions of improving the legal system and optimizing the review mechanism，so as to provide theoretical support and practical reference for building an antitrust regulation system with both industry adaptability and national economic security protection function.

Keywords：foreign acquisition in the dairy industry；anti-monopoly regulation；market competition order；industrial security assurance

▲上接134页

fermented at 41 ℃ for 8 h with this formula. Its texture characteristics detection viscosity was 4 430 mPa•s，hardness was 108 g，acidity was 82.48 °T，total sugar content was 10.92%，fat concentration was 1.782 g/100 mL，calcium ion concentration was 7.84 mg/100 mL，protein content was 22 mg/mL，and the number of lactic acid bacteria was 1.6×10^8 CFU/mL and the number of *Escherichia coli* was 0.[Conclusion]This product has reduced the fat content within a certain range while retaining the nutritional value of calcium and protein，etc. It also innovated the taste while preserving the special flavor of yogurt.

Keywords：Tremella；fermentation；trophic structure

中国乳业线上阅读