

鹰嘴豆-麦胚复合粉对面团特性及饅品质的影响*

王佳敏, 岳丽, 祖力皮牙·买买提, 张婷婷, 毛红艳[†], 于明[†]

(新疆维吾尔自治区农业科学院 作物研究所, 新疆 乌鲁木齐 830091)

摘要: 为改善新疆主食饅的营养成分和风味结构, 以小麦粉为主要原料, 添加不同比例的鹰嘴豆-麦胚复合粉, 分别测定其面粉白度、灰分、蛋白质、湿面筋、面团粉质、拉伸、糊化特性, 并进行饅感官评价和相关性分析, 确定复合粉的最佳添加比例。结果表明: 随着鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量的增加, 面粉灰分、蛋白质呈增加趋势, 面粉白度、湿面筋、面团粉质、拉伸、糊化特性呈下降趋势, 当鹰嘴豆-麦胚复合粉的添加量为15%时, 对面团的理化性质影响较小, 且能改善饅的风味以及营养价值; 当复合粉添加量大于15%时, 弱化了小麦面团中的面筋, 影响饅的品质及风味。适量添加鹰嘴豆-麦胚复合粉对饅品质有一定的改善, 不但使饅具备豆香风味, 还可使其富含膳食纤维, 丰富饅的营养成分。

关键词: 鹰嘴豆; 麦胚; 饅; 流变学特性; 加工品质

中图分类号: S652 文献标识码: A 文章编号: 2097-5333(2025)01-0068-011

引文格式: 王佳敏, 岳丽, 祖力皮牙·买买提, 张婷婷, 毛红艳, 于明. 鹰嘴豆-麦胚复合粉对面团特性及饅品质的影响[J]. 新疆大学学报(自然科学版 汉文、维吾尔文), 2025, 40(1): 68-78.

英文引文格式: WANG Jiamin, YUE Li, ZULIPIYA Maimaiti, ZHANG Tingting, MAO Hongyan, YU Ming. Effect of chickpea and wheat germ compound powder addition on dough properties and naan quality[J]. Journal of Xinjiang University(Natural Science Edition in Chinese and Uyghur), 2025, 40(1): 68-78.

0 引言

近年来, 随着居民饮食方式的不断演变, 慢性病发病率呈持续增长趋势^[1]. 该现象与长期以高精度加工的米面制品为主食密切相关, 这类主食普遍存在维生素和矿物质损失严重、膳食纤维含量偏低、碳水化合物摄入过高等问题, 从而诱发糖脂代谢紊乱和慢性疾病^[2-3]. 为改善这一状况, 研究开始关注具有更高营养价值的杂粮资源. 鹰嘴豆是一种营养丰富的豆类, 富含蛋白质、维生素、膳食纤维及功能性碳水化合物, 具有调节血脂、降低胆固醇的作用^[4], 且与小麦搭配可实现氨基酸互补, 提升蛋白质的整体营养价值. 小麦胚芽是小麦中最具营养价值的部分, 富含优质蛋白、多种维生素和微量元素^[5-6], 其蛋白质为完全蛋白, 与人体必需氨基酸组成高度吻合, 尤其富含普通面粉中相对缺乏的赖氨酸^[7-8], 与面粉联合使用可显著提升营养水平^[9]. 目前, 关于鹰嘴豆或小麦胚芽单独作为杂粮配料的成果已较为丰富, 研究表明鹰嘴豆粉可显著改善面包的营养密度^[10]; 小麦胚芽则因赖氨酸、维生素E和 γ -氨基丁酸含量高被证实可提升面团营养价值^[11].

饅因风味独特、便于存储和携带而广受欢迎. Farooq等^[12]研究发现, 添加10%鹰嘴豆粉的饅在感官评分上表现较佳; 毛红艳等^[13]也指出, 6%~8%比例的小麦胚芽粉能有效改善饅的营养结构和品质. 然而, 目前尚缺乏将鹰嘴豆与小麦胚芽组合使用的研究, 特别是该复合粉对面团特性、饅产品质构及饅产品品质方面的系统评估仍属空白.

因此, 本文以不同配比的鹰嘴豆-小麦胚芽复合粉与小麦粉混合, 分析其对面团加工性能及成品饅感官品质的影响, 旨在为杂粮主食化开发提供科学依据, 为慢性病患者提供更为健康的饮食选择.

* 收稿日期: 2025-05-20

基金项目: 新疆维吾尔自治区重点研发专项(2023B02043-1); 新疆小麦现代产业技术体系(XJARS-01).

作者简介: 王佳敏(1998—), 女, 硕士, 助理研究员, 从事粮油品质检测的研究, E-mail: 2359796082@qq.com.

[†] 通信作者: 毛红艳(1988—), 女, 硕士, 副研究员, 主要从事粮油营养与加工技术的研究, E-mail: maohongyan1226@126.com.

[†] 通信作者: 于明(1973—), 男, 硕士, 研究员, 主要从事粮油精深加工的研究, E-mail: 2435742497@qq.com.

1 材料与amp;方法

1.1 主要实验材料

主要实验材料为:小麦粉(新疆天山面粉有限公司),干酵母(安琪酵母股份有限公司);小麦胚芽粉碎后过100目筛;鹰嘴豆清洗、晾干、粉碎后过100目筛,与小麦胚芽粉按质量等比例混合制得复合粉;食盐、植物油为市售;氯化钠为国产分析纯。

1.2 主要仪器与设备

研究所使用的主要仪器与设备为:粉质仪、拉伸仪购自德国Brabender公司,近红外分析仪购自瑞典Pertem公司,101-1型电热鼓风干燥箱购自上海沪南科学仪器联营厂,XF-16雾化面包发酵箱购自广东飞月食品机械有限公司,白度仪购自杭州大吉光电仪器有限公司,电子天平购自上海浦春计量仪器有限公司。

1.3 分析方法

1.3.1 混合粉基本参数测定

水分含量测定参照GB/T 5497—1985进行,湿面筋含量测定参照GB/T 5506—2008进行,蛋白、面筋、灰分含量测定参照GB/T 18868—2024进行,糊化特性测定参照LS/T 6101—2002进行,粉质特性参照GB/T 14614—2019进行,拉伸特性参照GB/T 14615—2019进行。

1.3.2 制作方法

饅制作采用一次发酵法完成,酵母添加量为0.8%,食盐添加量为1%,食用油添加量为10%,水根据面团吸水率来添加。在醒发箱发酵1 h后将面团分割为150 g的个体,制作成中间薄边缘厚的圆形饅胚,并戳孔排气,烤箱提前预热10 min,烤箱上下火设置为220 ℃,烤制15~18 min。

1.3.3 饅感官评价

饅感官评价标准见参考文献[13],感官评价小组由10名经过专业训练的专业技术人员组成,饅烤制完成后冷却15 min,进行感官评价,取各指标的平均值进行数据分析。按表1的饅评分和标准进行打分。

表 1 饅评分和标准

指标	评价标准	分值
外表形态	表面平整、光滑11~15分	15
	表面较为平整,无明显塌陷或鼓包6~10分	
	表面有明显塌陷或鼓包0~5分	
色泽	金黄色11~15分	15
	浅黄,焦色不足或棕黄、焦色略重6~10分	
	白色,无焦色或棕黑焦色过重0~5分	
风味	有杂粮香味、烘烤香味15~20分	20
	滋味一般,无异味9~14分	
	有不可接受的气味0~8分	
内部结构	切面平整,气孔均匀,掉渣少,发酵好11~15分	15
	切面较平整,气孔较均匀,掉渣较少,发酵较好6~10分	
	切面不平整,气孔不均匀,掉渣多,发酵差0~5分	
硬度	软硬适中、易下咽11~15分	15
	硬度偏软或偏硬、较易下咽6~10分	
	硬、不易下咽0~5分	
酥脆性	酥脆感好8~10分	10
	比较酥脆5~7分	
	无酥脆感0~4分	
咀嚼性	咀嚼适中,较柔软,不黏牙6~10分	10
	咀嚼干硬,黏牙,挂嗓0~5分	

1.3.4 数据分析

采用Excel对实验数据进行统计分析、Prism 5.0进行差异显著性分析、Origin 2021进行相关性分析与绘图。

2 结果与分析

2.1 鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量对面粉各指标影响

由表2可知,随着鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量的不断增加,白度、湿面筋含量呈显著下降趋势,蛋白质和灰分呈显著增加趋势.鹰嘴豆、麦胚本身含有的色素使面粉白度呈下降趋势,且鹰嘴豆、麦胚中没有形成面筋的麦胶蛋白和麦谷蛋白,稀释了小麦粉中的面筋蛋白,使得湿面筋含量呈下降趋势.由于鹰嘴豆、麦胚的蛋白质、矿物质、纤维素含量较高,故随着添加量的增加,蛋白质和灰分呈显著增加趋势.鹰嘴豆-麦胚复合粉的添加使面粉的蛋白质含量呈上升趋势.

表 2 鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量对面粉各指标影响

配粉/%	白度/%	蛋白质/%	灰分/%	湿面筋/%
0	76.20±0.30a	9.27±0.02f	0.23±0.01f	32.80±0.12a
5	72.10±0.10b	10.21±0.06e	0.38±0.01e	31.95±0.31a
10	67.40±0.10c	10.89±0.03d	0.48±0.01d	30.46±0.09b
15	63.40±0.30d	11.69±0.13c	0.59±0.01c	28.67±0.43c
20	61.50±0.40e	12.48±0.02b	0.71±0.02b	27.53±0.32c
25	59.90±0.70f	13.22±0.04a	0.80±0.01a	26.03±0.35d

注: 同列不同字母表示有显著性差异 ($P < 0.05$), 下同

2.2 鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量对面团粉质特性影响

由表3可知,随着鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量的增加,面团的吸水率和弱化度逐渐升高,而形成时间、稳定时间及粉质质量指数呈下降趋势,整体上表现出面团粉质性能的退化.稳定时间是衡量面团筋力强度和耐搅拌性能的重要指标.稳定时间越长,说明面团能长时间抵抗机械搅拌,具有较强的筋力和良好的加工性能.相反,稳定时间越短,说明面团结构较弱,在搅拌过程中筋网更易遭到破坏^[14-15].而弱化度反映了面团在搅拌过程中结构被破坏的速度,是衡量面团承受机械搅拌能力的重要参数.弱化度数值越大,表明面团越不稳定,结构越脆弱.随着鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量的增加,面团的形成时间和稳定时间持续缩短,面筋网络的形成受到抑制,筋力不断减弱,表现出耐柔性差、结构不稳定等特性.说明复合粉的添加在一定程度上稀释了小麦中的面筋蛋白,削弱了面团的整体结构,从而对面粉的加工性能产生不利影响.

表 3 鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量对面团粉质特性影响

配粉/%	吸水率/%	形成时间/min	稳定时间/min	弱化度/FU	粉质质量指数
0	60.80±0.20a	5.50±0.10a	10.50±0.20a	27.00±2.00a	96.00±3.00a
5	60.60±0.30a	4.70±0.10ae	6.30±0.20b	50.00±2.00b	75.00±3.00b
10	60.70±0.20a	4.70±0.20ae	5.10±0.10c	57.00±1.00bc	71.00±1.00c
15	60.90±0.10a	4.30±0.20be	4.40±0.20cd	62.00±2.00cd	66.00±2.00d
20	61.00±0.20a	4.50±0.30ce	3.80±0.30de	68.00±3.00d	68.00±1.00d
25	61.20±0.20a	4.30±0.20de	3.40±0.20e	82.00±2.00e	62.00±2.00e

2.3 鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量对面团拉伸特性影响

由表4可知,随着鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量的增加,面团的拉伸特性显著递减.最大拉伸阻力可以反映面筋网络结构的牢固程度和筋力强弱^[16],25%鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量的面团最大拉伸阻力相比零添加的面团降低了63.3%,表明面团的加工性能显著下降.拉伸曲线面积可以反映拉伸能量的大小,拉伸面积小于50 cm²的面团烘焙特性较差^[17].当添加量超过15%时,拉伸曲线面积小于50 cm²,说明当鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量大于15%时,其面团品质以及烘焙品质变差^[18],结果与范文静等^[19]的研究一致.

表 4 鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量对面团拉伸特性影响

配粉/%	拉伸曲线面积/cm ²	拉伸阻力/BU	延伸度/mm	最大拉伸阻力/BU	拉伸比例	最大拉伸比例
0	121.30±0.70a	415.00±0.50a	149.50±1.70a	619.70±2.60a	2.68±0.02a	4.31±0.17a
5	85.00±1.40b	346.50±6.20b	145.60±2.80a	441.90±2.30b	2.38±0.02b	3.03±0.19b
10	57.10±0.30c	321.00±2.70c	122.90±2.20b	346.40±5.20c	2.62±0.11c	2.82±0.13b
15	44.50±0.20d	307.00±3.60c	105.90±3.30c	308.90±4.30c	2.90±0.08a	2.92±0.05b
20	31.00±0.30e	204.00±3.70d	108.70±5.10c	204.50±3.50d	1.89±0.13d	1.89±0.15c
25	24.40±0.30f	212.50±4.20d	79.60±4.80d	227.20±1.80d	2.67±0.15c	2.85±0.11b

2.4 鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量对面团糊化特性影响

面粉中淀粉的理化特性与饅的制作过程密切相关^[20]。在加热过程中,淀粉与水共同作用发生糊化反应,淀粉颗粒在受热后结构破坏,分子间相互缠结,形成具有黏性的糊状体系。面粉的糊化行为主要受淀粉含量、面筋网络结构以及直链/支链淀粉比例等因素的影响^[21],是评估小麦粉加工性能与成品品质的重要指标之一^[22]。此外,淀粉的糊化与回生特性在很大程度上决定了小麦制品的口感和质构表现^[17]。本文采用标准分析方法:初始温度为50℃保持60s后,以12.5℃/min升温至95℃并保持138s;以12.5℃/min降温至50℃并保持150s,全程约13min。由表5可知,随着鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量的增加,面粉体系的峰值黏度、低谷黏度、稀懈值、最终黏度、回升值及峰值时间均呈下降趋势,糊化温度呈上升趋势。当添加量为20%时,糊化温度骤升至82.13℃,可能是因为面筋蛋白被高比例复合粉替代而稀释,三维网络崩解,淀粉颗粒失去束缚,导致糊化温度显著增加,形成结构机制转变的临界点^[18]。表明复合粉的加入改变了原有面粉淀粉的热性质及糊化行为,对面团加工性能和最终产品质量具有一定影响。

表 5 鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量对面团糊化特性影响

配粉/%	峰值黏度/cp	低谷黏度/cp	稀懈值/cp	最终黏度/cp	回升值/cp	峰值时间/min	糊化温度/℃
0	3 020.00±1.10a	1 972.00±1.60a	948.00±6.10a	3 226.00±1.20a	1 451.00±4.50a	6.04±0.24a	65.80±0.45a
5	2 433.50±7.50b	1 628.00±2.70b	805.50±3.40ae	2 837.50±3.50b	1 209.50±2.30bd	6.00±0.07a	66.58±0.48ab
10	2 238.00±6.70bd	1 499.00±9.40bcd	739.00±7.30ae	2 684.50±1.40bc	1 185.50±5.60bc	5.90±0.03a	67.05±0.05ab
15	2 090.50±8.50bc	1 411.00±2.70ce	679.50±6.20be	2 523.00±5.10c	1 112.00±2.40bc	5.87±0.07a	67.90±0.01b
20	1 815.00±0.70c	1 257.00±4.10e	558.00±3.10c	2 204.00±5.30d	947.00±1.90e	5.90±0.03a	82.13±0.43c
25	2 034.50±7.90cd	1 379.00±1.50de	655.50±6.40de	2 424.50±6.50cd	1 045.50±4.90cde	5.90±0.10a	69.55±0.05d

2.5 鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量对饅感官评价的影响

由表6可知,随着鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量的增加,饅的各项感官指标均出现了不同程度的变化。其中:外观形态、内部结构和咀嚼性整体呈下降趋势;而色泽、硬度与酥脆性呈先上升后下降的趋势。上述趋势与鹰嘴豆-麦胚复合粉自身的特性密切相关。相比普通小麦粉,该复合粉呈浅黄色,故适量添加能改善饅的色泽,使其更具吸引力;但当添加量过高时,色泽可能偏暗,影响外观评分。与此同时,随着复合粉添加量的增加,饅的内部气孔逐渐减小,发酵性能受到抑制,导致饅内部组织致密,降低了咀嚼性。咀嚼性反映的是将食品咀嚼至可吞咽状态所需能量,是衡量食品口感和质构的重要指标^[23]。

表 6 鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量对饅感官评价的影响

配粉/%	外表形态	色泽	风味	内部结构	硬度	酥脆性	咀嚼性	总分
0	14.30±0.32a	12.10±0.23a	14.40±0.32a	14.70±0.14a	11.10±0.34a	7.30±0.75a	9.50±0.25a	83.40±1.54ac
5	13.70±0.28a	13.40±0.28bd	15.10±0.33ab	14.30±0.17ab	12.20±0.59ac	8.20±0.32ac	8.90±0.33ac	85.80±1.05ab
10	13.50±0.19ac	14.10±0.33bcd	16.70±0.91bde	13.60±0.43ab	13.30±0.40bcd	8.90±0.41ac	8.10±0.48ac	88.20±2.13bd
15	13.10±0.38ac	14.80±0.15ce	17.10±0.27cd	12.80±0.58bc	14.50±0.23de	9.50±0.27bc	8.10±0.26ac	89.90±0.77d
20	12.50±0.24bc	13.20±0.60ad	18.40±0.17ce	11.10±0.98cd	13.60±0.39be	8.60±0.52ac	7.40±0.52bc	84.80±2.61bc
25	11.90±0.42c	12.30±0.34ae	18.70±0.44c	10.50±0.63d	12.40±0.35ab	7.10±0.49a	6.30±0.27b	79.20±1.81e

研究发现,当鹰嘴豆-麦胚复合粉的添加量为15%时,馒的感官总评分最高,超过该比例后,对色泽、硬度和酥脆性等特性的影响加剧,综合评分下降.因此,在馒的生产中合理控制鹰嘴豆-麦胚复合粉的添加量,有助于提升营养价值并优化感官品质.

2.6 馒的感官评价与各参数相关性分析

由图1可知,在馒的感官评价各指标中,外表形态、风味、内部结构和咀嚼性与其理化指标之间存在极显著相关性($P<0.01$),而与色泽、硬度和酥脆性等指标的相关性不显著.进一步分析发现,外表形态、风味和咀嚼性与粉质参数呈显著相关性($P<0.05$),而色泽、内部结构、硬度与酥脆性未表现出显著相关性.

与拉伸参数的关联性方面,外表形态、内部结构和咀嚼性与拉伸曲线、拉伸阻力、延伸度及最大拉伸阻力之间呈显著正相关($P<0.05$);而风味与上述拉伸参数呈显著负相关($P<0.05$).说明良好的面团延展性有助于改善馒的外观、组织结构和咀嚼体验,但可能对风味产生一定抑制作用.此外,外表形态、风味、内部结构和咀嚼性也与糊化特性中的峰值黏度、低谷黏度、稀懈值、最终黏度和回升值之间呈显著正相关($P<0.05$),而风味与这些糊化参数呈显著负相关($P<0.05$),表明较强的糊化性能有利于馒的结构和口感,但可能对风味造成一定影响.综上所述,馒的感官特性,尤其是外表形态、风味、内部结构和咀嚼性,与面粉的理化性质、粉质参数、拉伸性能及淀粉糊化特性之间具有显著相关性,表明这些理化指标在影响馒品质方面具有重要作用.

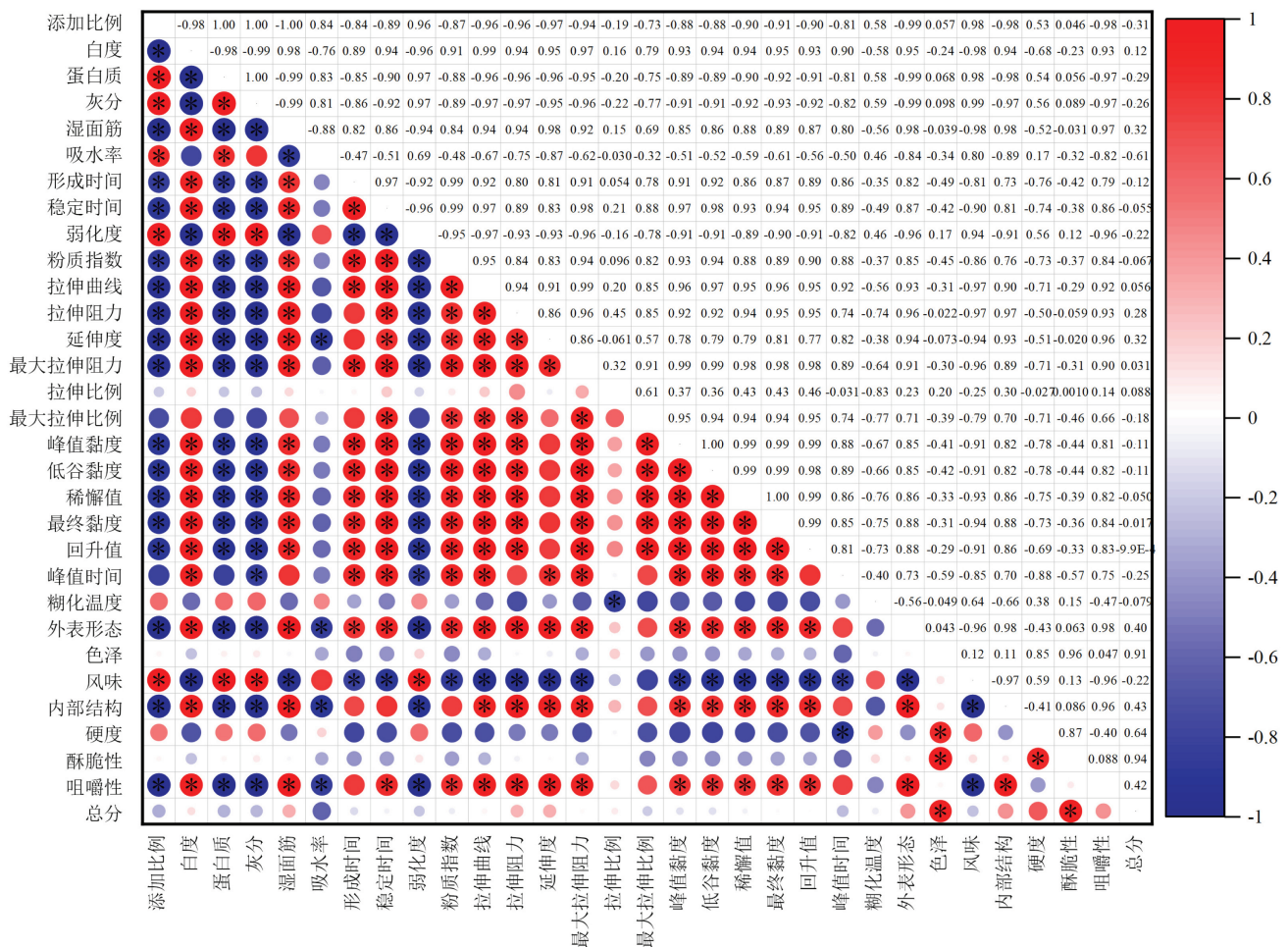


图 1 馒感官评价相关性分析

注: *表示 $P\leq 0.05$

3 讨论

本文系统探讨了鹰嘴豆-麦胚复合粉对面粉理化性质、面团加工性能及其在馒制品中应用效果的影响.实验结果表明,随着复合粉添加比例的增加,小麦粉白度显著下降,蛋白质和灰分含量则显著上升.该趋势主要

归因于鹰嘴豆与小麦胚芽本身含有天然色素且具有较高的蛋白质与矿物质水平^[24]。较高蛋白质含量有助于提升产品的营养价值,但外源蛋白(主要是麦谷蛋白和麦胶蛋白等)的增加会对小麦中原有的面筋结构产生稀释作用,导致湿面筋含量和筋力稳定性显著下降。

面团的粉质和拉伸性能进一步体现了复合粉对面筋网络构建能力的负面影响。随着鹰嘴豆-麦胚复合粉添加量的增加,面团的形成时间、稳定时间和粉质质量指数逐渐下降,而弱化度显著上升,反映出其搅拌稳定性和加工性能的劣化趋势。在拉伸测试中,当添加量超过15%时,拉伸曲线面积降至50 cm²以下,表明面筋结构不再具备良好的延展性,对于筋力要求较高的饅制品来说,是关键性的不利影响因素。

糊化特性方面,峰值黏度、最终黏度等参数随着鹰嘴豆-麦胚复合粉比例增加而明显下降,糊化温度升高。这可能是因为复合粉中所含的膳食纤维、脂肪等非淀粉组分在加热过程中与水分和热量产生竞争性吸收,从而抑制了淀粉的正常糊化行为,影响其在烘焙过程中的成型与质构表现^[25]。

感官评价结果显示,鹰嘴豆-麦胚复合粉在15%以内的添加量能有效提升饅的色泽、风味等感官特性,但超过该比例后,产品外观、内部结构及咀嚼性明显下降,整体评分呈下降趋势。这与多项国外研究结果相互印证。Felisiak等^[26]发现,鹰嘴豆粉的加入能提高焙烤产品的抗氧化能力,但也会改变质构与延展性,影响感官得分。Zhang等^[27]在以鹰嘴豆粉替代全麦粉的研究中指出,替代比例超过20%将显著削弱面筋结构,面包体积和弹性明显降低。Al-Marazeeq等^[28]在使用小麦胚芽强化饼干的研究中,也发现其虽有营养增益,却对感官稳定性带来挑战,尤其在储藏期间。此外,El-Sohaimy等^[29]在意大利面制品中发现鹰嘴豆蛋白的强化能提升质地与营养密度,但感官接受度的最佳比例同样为15%左右。

综上所述,鹰嘴豆-麦胚复合粉作为一种营养强化原料,虽能显著提升面粉的蛋白质和矿物质水平,并赋予产品独特风味,但其对面筋结构和糊化行为的干扰不可忽视。综合理化性能、加工特性及感官评价结果,15%的添加比例较为适宜,可在营养价值提升与制品质量之间取得良好平衡。

4 结论

添加鹰嘴豆-麦胚复合粉显著降低了面粉的白度、湿面筋含量,显著增加了蛋白质、灰分含量;面团的糊化、粉质、拉伸参数随添加量的增加而降低;随添加量的增加,饅的外表形态、内部结构、咀嚼性呈下降趋势,色泽、硬度、酥脆性先增大后减小。外表形态、风味、内部结构、咀嚼性与基本营养指标、粉质参数、拉伸参数、糊化参数具有显著相关性。鹰嘴豆-麦胚复合粉赋予了饅杂粮特有的色泽和风味,其可作为改善饅营养品质和风味的原料。当添加量不高于15%时,饅的可接受性较高。

参考文献:

- [1] 向月,曹亚楠,赵钢,等. 杂粮营养功能与安全研究进展[J]. 食品工业科技, 2021, 42(14): 362-370.
XIANG Y, CAO Y N, ZHAO G, et al. Advances in the nutritional function and safety of coarse cereals[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(14): 362-370. (in Chinese)
- [2] 柴松敏,杨业栋. 杂粮-小麦混合粉流变学特性及杂粮馒头品质与体外消化速度研究[J]. 粮油食品科技, 2016, 24(4): 23-26.
CHAI S M, YANG Y D. Research on rheological properties of coarse cereals-wheat mixed flour and quality and in vitro digestion of the steamed bread[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2016, 24(4): 23-26. (in Chinese)
- [3] 毛红艳,徐鑫,于明. 两种杂粮对面粉品质特性影响的研究[J]. 新疆农业科学, 2017, 54(11): 2075-2085.
MAO H Y, XU X, YU M. Influences of two kinds of coarse cereals on flour quality characteristics[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2017, 54(11): 2075-2085. (in Chinese)
- [4] 郑雁,林江涛,岳清华. 鹰嘴豆和鹰嘴豆蛋白的特性及应用研究进展[J]. 中国油脂, 2024, 49(4): 20-27.
ZHENG Y, LIN J T, YUE Q H. Research progress on characteristics and application of chickpea and chickpea protein[J]. China Oils and Fats, 2024, 49(4): 20-27. (in Chinese)
- [5] 陈德慰,莫雪莹,张皓然,等. 利用NMR技术测定小麦胚芽中的脂质成分[J]. 农业工程学报, 2024, 40(8): 254-263.
CHEN D W, MO X Y, ZHANG H R, et al. Determining the lipid components of wheat germ by nuclear magnetic resonance[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2024, 40(8): 254-263. (in Chinese)
- [6] 叶明星. 小麦胚提取工艺和稳定化处理对麦胚品质影响的研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2016.
YE M X. Research on extraction technology of wheat germ and effects of stabilization treatment on quality of wheat germ[D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2016. (in Chinese)

- [7] 赵静, 韩加. 小麦胚芽的营养与健康保健功能最新研究进展[J]. 粮食与食品工业, 2021, 28(1): 24-27+32.
ZHAO J, HAN J. The latest research progress on nutrition and health care function of wheat germ[J]. Cereal & Food Industry, 2021, 28(1): 24-27+32. (in Chinese)
- [8] AGHAGHOLIZADEH R, DOKOUHAKI M, CONDICT L, et al. Enhancing the techno- and bio-functionality of wheat germ fermented by *Lactobacillus plantarum*[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2024, 59(10): 7987-7997.
- [9] TETERYCZ D, SOBOTA A, STAREK A. Possibility of using wheat germ and wheat germ protein isolate for high-protein Pasta production[J]. Cereal Chemistry, 2023, 100(2): 299-309.
- [10] 张勇, 刘慧卿, 刘金光, 等. 鹰嘴豆粉对面团特性及面包品质影响研究[J]. 农产品加工, 2025(2): 11-13.
ZHANG Y, LIU H Q, LIU J G, et al. Effects of chickpea flour on dough characteristics and bread quality[J]. Agricultural Products Processing, 2025(2): 11-13. (in Chinese)
- [11] 刘心悦. 小麦胚芽粉影响面团特性与馒头品质研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2018.
LIU X Y. The effects of wheat germ power on the characteristics of dough and the quality of steamed bread[D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2018. (in Chinese)
- [12] FAROOQ Z, HUMA N, REHMAN S U. Selection of wheat variety for the development of composite flour naan with enhanced quality and storability[J]. Food Science and Technology Research, 2012, 18(6): 805-811.
- [13] 毛红艳, 于明, 祖力皮牙·买买提. 小麦胚芽粉对面团流变学特性及饅品质影响[J]. 新疆农业科学, 2021, 58(12): 2191-2199.
MAO H Y, YU M, ZULIPIYA M. Studies on the dough rheological properties and naan quality of wheat germ-wheat mixed flour[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2021, 58(12): 2191-2199. (in Chinese)
- [14] 陈芳芳, 于文滔, 刘少伟, 等. 紫薯粉对面团粉质特性和质构特性的影响[J]. 食品工业, 2014, 35(5): 170-174.
CHEN F F, YU W T, LIU S W, et al. Influence of purple potato powder on the farinograph and texture properties of dough[J]. The Food Industry, 2014, 35(5): 170-174. (in Chinese)
- [15] LI M F, YUE Q H, LIU C, et al. Comparative study of rheology and steamed bread quality of wheat dough and gluten: Starch doughs[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2021, 45(2): e15160.
- [16] SUCHY J, DUPUIS B, SAKAMOTO J, et al. Alternate dough preparation protocol for extensigraph test of dough strength[J]. Cereal Chemistry, 2017, 94(2): 270-276.
- [17] 张焕新, 张伟, 徐春仲. 糯小麦粉添加量对配粉流变学特性及馒头品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(3): 80-84.
ZHANG H X, ZHANG W, XU C Z. Effect of waxy wheat flour on rheological properties of flour blending and steamed bread quality[J]. Food Science, 2014, 35(3): 80-84. (in Chinese)
- [18] 尹显婷, 杨凯博, 林志洋, 等. 鹰嘴豆粉对面条品质及血糖生成指数的影响[J]. 食品工业科技, 2022, 43(24): 363-368.
YIN X T, YANG K B, LIN Z Y, et al. Effect of chickpea flour on noodle quality and glycemic index[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(24): 363-368. (in Chinese)
- [19] 范文静, 于基成, 王思予, 等. 菊粉添加量对面团流变学特性和面包品质的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(21): 282-285.
FAN W J, YU J C, WANG S Y, et al. The effect of inulin on rheological properties of dough and quality of bread[J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(21): 282-285. (in Chinese)
- [20] 王文静. 红枣粉对面团与饅品质特性的影响研究[D]. 郑州: 郑州轻工业大学, 2019.
WANG W J. Effect of red jujube powder on quality characteristics of dough and Nang[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University of Light Industry, 2019. (in Chinese)
- [21] 刘娜, 哈力旦·依克热木, 刘联正, 等. 新疆小麦主栽品种淀粉特性对饅品质的影响研究[J]. 农学学报, 2020, 10(7): 24-30.
LIU N, HALIDAN Y, LIU L Z, et al. Flour starch properties of Xinjiang wheat varieties: Effects on the quality of naan[J]. Journal of Agriculture, 2020, 10(7): 24-30. (in Chinese)
- [22] 郭颖, 刘付英, 陈国艳. 青稞全粉与中筋小麦粉复配体系品质特性研究[J]. 粮油食品科技, 2020, 28(2): 79-85.
GUO Y, LIU F Y, CHEN G Y. Study on the quality characteristics of a compounded system composed by highland barley flour and medium strength flour[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2020, 28(2): 79-85. (in Chinese)
- [23] 李佳佳, 田建珍, 刘强, 等. 杂粮配粉对小麦粉品质的影响[J]. 包装与食品机械, 2012, 30(1): 14-17.
LI J J, TIAN J Z, LIU Q, et al. Effects of respective additions of minor cereal flours on flour properties[J]. Packaging and Food Machinery, 2012, 30(1): 14-17. (in Chinese)
- [24] 王小媛, 马宝晨, 赵光远, 等. 油莎豆粉对饅品质特性的影响[J]. 食品工业, 2019, 40(7): 132-136.
WANG X Y, MA B C, ZHAO G Y, et al. Effect of *Cyperus esculentus* L. powder on quality characteristics of Nang[J]. The

- Food Industry, 2019, 40(7): 132-136. (in Chinese)
- [25] NIKOLIĆ V, SIMIĆ M, KANDIĆ V, et al. Pasting properties and the baking functionality of whole-grain wheat flour with different amylose and dietary fibers content[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2022, 46(10): e15805.
- [26] FELISIAK K, PRZYBYLSKA S, TOKARCZYK G, et al. Effect of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour incorporation on quality, antioxidant properties, and bioactive compounds of shortbread cookies[J]. Foods, 2024, 13(15): 2356.
- [27] ZHANG Y Q, HU R J, TILLEY M, et al. Effect of pulse type and substitution level on dough rheology and bread quality of whole wheat-based composite flours[J]. Processes, 2021, 9(9): 1687.
- [28] AL-MARAZEEQ K M, ANGOR M M. Chemical characteristic and sensory evaluation of biscuit enriched with wheat germ and the effect of storage time on the sensory properties for this product[J]. Food and Nutrition Sciences, 2017, 8(2): 189-195.
- [29] EL-SOHAIMY S A, BRENNAN M, DARWISH A M G, et al. Physicochemical, texture and sensorial evaluation of Pasta enriched with chickpea flour and protein isolate[J]. Annals of Agricultural Sciences, 2020, 65(1): 28-34.

责任编辑: 张自强

Effect of Chickpea and Wheat Germ Compound Powder Addition on Dough Properties and Naan Quality

WANG Jiamin, YUE Li, ZULIPIYA Maimaiti, ZHANG Tingting, MAO Hongyan, YU Ming
(Crop Research Institute, Xinjiang Uygur Autonomous Region Academy of Agricultural Sciences,
Urumqi Xinjiang 830091, China)

Abstract : The objective is to enhance the nutritional value and flavor of naan by incorporating various proportions of chickpea-wheat germ composite flour into wheat flour, which is the primary ingredient of Xinjiang's staple food naan. A series of tests are carried out on the flours after the addition of different ratios of composite flour. These tests include the determination of flour whiteness, ash, protein content, wet gluten content, as well as the analysis of rheological properties, elongation and pasting characteristics of the doughs. Sensory evaluation and correlation analysis are also carried out to determine the optimal ratio of the composite flour to be added. As the proportion of chickpea-wheat germ composite flour increasing, the ash and protein levels of the flour increase, while flour whiteness, wet gluten content, rheological properties of dough, elongation and pasting properties decrease. The addition of 15% composite flour has a lesser effect on the physicochemical properties of dough and enhances the flavor and nutritional value of naan. However, more than 15% destroys the gluten integrity of the wheat dough, which in turn affects the quality and flavor of naan. The addition of chickpea-wheat germ composite flour to the naan formula has been shown to improve quality, enhance a unique soy flavor, and enrich the product with dietary fiber. This results in a more flavorful and nutritious product. It is recommended that the optimal addition ratio be 15%.

Key words : chickpea; wheat germ; naan; rheological properties; processing quality

Fund Project: The Key Research and Development Program in Xinjiang Uygur Autonomous Region (2023B02043-1); Xinjiang Agriculture Research System-wheat (XJARS-01).

Author Profile: WANG Jiamin (1998—), female, master, research associate, research field: grain and oil quality testing, E-mail: 2359796082@qq.com.

Corresponding author Profile: MAO Hongyan (1988—), female, master, associate researcher, research field: grain and oil nutrition and processing technology, E-mail: maohongyan1226@126.com. YU Ming (1973—), male, master, researcher, research field: advanced grain and oil processing research, E-mail: 2435742497@qq.com.

نوقۇت - بۇغداي تۆرەلمىسى بىرىكمە تالقىنىنىڭ خېمىرنىڭ خۇسۇسىيىتى ۋە ناننىڭ سۈپىتىگە بولغان تەسىرى

ۋاڭ جيامىن، يۈلى، زۇلپىيە مەمەت، جاڭ تىڭتىڭ، ماۋ خۇڭيەن، يۈ مىڭ

(شىنجاڭ ئۇيغۇر ئاپتونوم رايونلۇق يېزا ئىگىلىك پەنلەر ئاكادېمىيەسى زىرائەت تەتقىقات ئورنى، شىنجاڭ ئۈرۈمچى 830091)

1. مەقسەت

بۇ تەتقىقاتتا، شىنجاڭدىكى ئاساسىي يېمەكلىكنىڭ بىرى بولغان ناننىڭ ئوزۇقلۇق تەركىبى ۋە تەم قۇرۇل - مىسىنى ياخشىلاش ئۈچۈن، نوقۇت (يۇقىرى ئوزۇقلۇق بىلەن ئامىنو كىسلاتاسى بىر - بىرىنى تولۇقلىغان) ۋە بۇغداي تۆرەلمىسى (تەركىبىدە ئەلا سۈپەتلىك ئاقسىل، لىسىن كىسلاتاسى مول) نىڭ ئوزۇقلۇق ئەۋزەللىكىگە بىرلەشتۈرۈپ، ئوخشاش بولمىغان نىسبەتتىكى نوقۇت - بۇغداي تۆرەلمىسى بىرىكمىسى ئارىلاشتۇرۇلغان ئۆد - نىڭ خېمىر يۇغۇرۇلۇشچانلىقى ۋە نان سۈپىتىنى ئانالىز قىلىش ئارقىلىق، نوقۇت - بۇغداي تۆرەلمىسى بىر - رىكمە تالقىنىنى قانداق نىسبەتتە قوشقاندا ئۈنۈمى ئەڭ ياخشى بولىدىغانلىقىنى ئېنىقلاپ، قارا ئاشلىقتىن ئا - ساسىي يېمەكلىك تەييارلاشنى ئىلمىي ئاساس بىلەن تەمىنلەش، شۇنداقلا، سوزۇلما خاراكتېرلىك كېسەللىك بىمارلىرىنى ساغلام يېمەك - ئىچمەك بىلەن تەمىنلەش مەقسەت قىلىندۇ.

2. ماتېرىيال ۋە ئۇسۇل

بۇغداي ئۈنى ئاساسىي ماتېرىيال قىلىنىپ، ئوخشاش بولمىغان نىسبەتتىكى نوقۇت - بۇغداي تۆرەلمىسى بىرىكمە تالقىنى (نوقۇت بىلەن بۇغداي تۆرەلمىسىنى ئېزىپ 100 كۆزلۈك ئەلگەكتىن ئۆتكۈزگەندىن كېيىن تەڭ نىسبەتتە ئارىلاشتۇرۇش ئارقىلىق ياسىلىدۇ) قوشۇلىدۇ. ئارىلاشما تالقانىنىڭ ئاساسىي پارامېتىرلىرى (ئاق - لىق دەرىجىسى، كۈل تەركىبى، ئاقسىل مىقدارى، ھۆل ئۇن تالاسى مىقدارى قاتارلىقلار) ئۆلچىنىدۇ؛ پاراشوك سۈ - پىتىنى ئۆلچەش ئەسۋابى، سوزۇش ئەسۋابى قاتارلىقلار ئارقىلىق خېمىرنىڭ پاراشوك سۈپىتى ئالاھىدىلىكى (سۇ سۈمۈرۈش نىسبىتى، بولۇش ۋاقتى قاتارلىقلار)، سوزۇلۇشچانلىقى (ئەڭ چوڭ سوزۇلۇشقا قارشىلىق كۈچى قا - تارلىقلار) ۋە يېپىشقاقلىق خۇسۇسىيىتى (چوققا قىممەتتىكى چاپلىشىشچانلىق دەرىجىسى قاتارلىقلار) ئۆلچە - نىدۇ؛ بىر قېتىملىق ئېچىتىش ئۇسۇلى ئارقىلىق نان تەييارلىنىپ (ئېچىتقۇ %0.8، ئاش تۈزى %1، يېمەكلىك ماي %10، 220℃ تا قاقلاش ۋاقتى 15 - 18 min)، 10 نەپەر كەسپىي خادىم سەزگۈ ئەزالىرى ئارقىلىق باھالاش ئې - لىپ بارىدۇ؛ Origin 2021، Prism 5.0، Excel مەلۇمات ئىستاتىستىكا كىسى، پەرقنىڭ روشەنلىك دەرىجىسى ئانالىزى ۋە باغلىنىشچانلىق ئانالىزى ئېلىپ بېرىلىدۇ.

3. نەتىجە

نوقۇت - بۇغداي تۆرەلمىسى بىرىكمە تالقىنىنىڭ قوشۇلۇش مىقدارىنىڭ ئېشىشىغا ئەگىشىپ: ئۇنىڭ

ئاپتور: ۋاڭ جيامىن (1998 -)، ئايال، ماگىستىر، ياردەمچى تەتقىقاتچى، ئاشلىق - مايىنىڭ سۈپىتىنى تەكشۈرۈش تەتقىقاتى بىلەن شۇ - غۇللىنىدۇ، E - mail: 2359796082@qq.com.

ئالاقىلەشكۈچى ئاپتور: ماۋ خۇڭيەن (1988 -)، ئايال، ماگىستىر، كاندىدات تەتقىقاتچى، ئاشلىق - ماي ئوزۇقلۇقلىرى ۋە ئۇنى پىششىق - لاپ ئىشلەش تېخنىكىسى تەتقىقاتى بىلەن شۇغۇللىنىدۇ، E - mail: maohongyan1226@126.com.

ئالاقىلەشكۈچى ئاپتور: يۈ مىڭ (1973 -)، ئەر، ماگىستىر، تەتقىقاتچى، ئاساسلىق ئاشلىق - مايىنى ئىنچىكە پىششىقلاپ ئىشلەش تە - قىقاتى بىلەن شۇغۇللىنىدۇ، E - mail: 2435742497@qq.com.

كۈل تەركىبى، ئاقسىل تەركىبى ئۆزلەش يۈزلىنىشىدە، ئاقلىق دەرىجىسى، ھۆل ئۇن تالاسى مىقدارى تۆۋەنلەش يۈزلىنىشىدە بولغان؛ خېمىرنىڭ سۇ سۈمۈرۈش نىسبىتى بىلەن ئاجزلىشىش دەرىجىسى ئۆرلەپ، شەكىللەنمەش ۋاقتى، مۇقىملىشىش ۋاقتى قاتارلىق پاراشوكلۇق خۇسۇسىيەتلىرى ھەم ئەڭ چوڭ سوزۇلۇشقا قارشىلىق كۈچى، سوزۇلۇش ئەگرى سىزىقى ھەجىمى قاتارلىق سوزۇلۇشچانلىق خۇسۇسىيەتلىرى تۆۋەنلىگەن؛ يېپىشقا قارشىلىق خۇسۇسىيەتلىرى ئىپادىلەيدىغان چوققا قىممەتتىكى يېپىشقا قارشىلىق قاتارلىق پارامېتىرلار تۆۋەنلەپ، يېپىشقا قارشىلىشىش تېمپېراتۇرىسى ئۆرلىگەن؛ ناننىڭ سىرتقى شەكلى، ئىچكى قۇرۇلمىسى، چاپناشچانلىق خۇسۇسىيەتلىرى تۆۋەنلەش يۈزلىنىشى كۆرۈلگەن، رەڭگى، قاتتىقلىق دەرىجىسى، چۈرۈكلۈكى بولسا ئاۋۋال ئۆرلەپ، ئاندىن تۆۋەنلەشكە قاراپ يۈزلىنىگەن.

بىرىكمە تالقاننىڭ قوشۇلۇش مىقدارى %15 بولغاندا، ئۇنىڭ خېمىرنىڭ فىزىكىلىق - خىمىيەلىك خۇسۇسىيەتىگە بولغان تەسىرى بىر قەدەر كىچىك بولۇپ، ناننىڭ سەزگۈ ئەزالار ئارقىلىق باھالاشتا ئېرىشكەن نومۇرى ئەڭ يۇقىرى بولغان، تەمى ۋە ئوزۇقلۇق قىممىتى كۆرۈنەرلىك ياخشىلانغان؛ بىرىكمە تالقاننىڭ قوشۇلۇش مىقدارى %15 تىن ئېشىپ كەتكەندە، خېمىرنىڭ سوزۇلۇش ئەگرى سىزىقى ھەجىمى 50 سانتىمېتىردىن تۆۋەن بولۇپ، ئۇن تالاسى قۇرۇلمىسى ئاجزلىشىپ، ناننىڭ سۈپىتى ۋە تەمى كۆرۈنەرلىك ناچارلاپ كەتكەن. بۇ - نىڭدىن باشقا، ناننىڭ سىرتقى شەكلى، تەمى قاتارلىق سەزگۈ ئەزالار كۆرسەتكۈچى بىلەن ئۇنىڭ فىزىكىلىق - خىمىيەلىك پارامېتىرى، خېمىرنىڭ ئېقىشچانلىق پارامېتىرى ئوتتۇرىسىدا روشەن باغلىنىش مەۋجۇت بولغان ($P < 0.05$ ياكى $P < 0.01$).

4. خۇلاسە

نوقۇت - بۇغداي تۆرەلمىسى بىرىكمە تالقىنى ناننىڭ ئوزۇقلۇق قىممىتى ۋە تەمىنى ياخشىلايدىغان خام ماتېرىيال بولالايدۇ. ئۇنىڭ قوشۇلۇشى بۇغداي ئۇنىنىڭ فىزىكىلىق - خىمىيەلىك خۇسۇسىيەتى ۋە خېمىر بولدىرۇش ئىقتىدارىنى ئۆزگەرتىدۇ، ئۇنى مۇۋاپىق مىقداردا (%15 تىن ئاشماسلىقى كېرەك) قوشقاندا، ناننىڭ ئاقسىل قاتارلىق ئوزۇقلۇق تەركىبلىرىنى ئاشۇرۇپ، مەزىلىك تەم قوشۇش بىلەن بىر ۋاقىتتا، قوبۇل قىلىشچانلىقىغا كاپالەتلىك قىلغىلى بولىدۇ. ئەگەر قوشۇش مىقدارى %15 تىن ئېشىپ كەتسە، خېمىرنىڭ ئۇن تالاسى قۇرۇلمىسى ئاجزلىشىپ، ناننىڭ سۈپىتىگە پايدىسىز تەسىر كۆرسىتىدۇ.

5. يېڭىلىق يارىتىش نۇقتىسى

بۇ تەتقىقاتتا، تۇنجى قېتىم نوقۇت بىلەن بۇغداي تۆرەلمىسىنى بىرىكتۈرۈپ بىرىكمە تالقان ياسىلىپ، ئۇنى ئۇنغا ئارىلاشتۇرغاندا خېمىرنىڭ ئېقىشچانلىقى (پاراشوك ماددىسى، سوزۇلۇشچانلىقى، يېپىشقا قارشىلىق خۇسۇسىيەتى) ۋە نان سۈپىتىگە بولغان تەسىرى سىستېمىلىق تەتقىق قىلىنىپ، بۇنىڭدىن ئىلگىرىكى نان تەييارلاشتا نوقۇت بىلەن بۇغداي تۆرەلمىسىنى ئايرىم - ئايرىم ھالدا قوشۇش بىلەن چەكلىنىپ قېلىشتەك بوشلۇق تولۇقلىنىپ، قارا ئاشلىق بىرىكمە ئۇنىدىن پايدىلىنىپ ئاساسىي يېمەكلىك تەييارلاش يېڭى يۆنىلىش بىلەن تەمىنلەندى.

ئاچقۇچلۇق سۆزلەر: نوقۇت؛ بۇغداي تۆرەلمىسى؛ نان؛ ئۆزگىرىش ئىلمى ئالاھىدىلىكى؛ پىششىقلاپ ئىشلەش سۈپىتى