

# 蛋白质与淀粉对挂面和方便面品质及微观结构的影响

师俊玲, 魏益民, 张国权, 欧阳韶晖, 胡新中

(西北农林科技大学 食品科学与工程学院, 陕西 杨陵 712100)

**[摘 要]** 以小麦淀粉、小麦活性面筋粉和标准面粉为原料, 通过控制各原料比例的方法, 结合扫描电子显微镜技术, 观察与分析不同淀粉与蛋白质含量的混合粉在制作面条和方便面过程中微观结构、加工特性及食用品质的变化情况。结果表明, 蛋白质和淀粉含量对面条和方便面的品质都有重要影响, 相对而言, 蛋白质的作用大于淀粉。只有蛋白质和淀粉间比例及其在面粉中含量处于比较合适的水平时, 才能制成高品质的挂面和方便面。蛋白质经吸水或变性后形成的网络结构是使面团具有可塑性、熟面条具有弹性和部分韧性、方便面具有良好复水性的主要原因; 也是束缚淀粉颗粒, 防止其从面条中失落的主要因素。淀粉通过缓解面筋强度、添补蛋白质网络空隙等途径, 有增大面团和面带延伸性、改善面带表面光滑性、增加面条白度等作用。

**[关键词]** 面条; 方便面; 微观结构; 蛋白质; 淀粉

**[中图分类号]** TS213.2<sup>+</sup>4

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1000-2782(2001)01-0044-07

挂面和方便面在中国, 特别中国北方人们的饮食文化中占有极为重要的地位。但是受历史、地理及人为因素的影响, 中国挂面和方便面在国际上的影响力远不及源于中国北方的日本白色盐面条(White Salted Noodle, WSN)和源于中国南方的广东面条即黄色碱面条(Yellow Alkaline Noodle, YAN); 有关其品质方面的研究广度与深度也远远落后于后两者, 在其微观结构方面的研究则更为少见。

大量研究表明, 蛋白质和淀粉的物理特性对面条类制品的品质有重要影响<sup>[1~9]</sup>。扫描电子显微镜(Scanning Electron Microscopy, SEM)分析技术的发展与应用, 使人们能更加直观地从微观结构上分析与理解各因素及加工工艺对食品品质的影响机理<sup>[10]</sup>。继这一技术被用于不同加工工艺<sup>[11]</sup>、原料硬度<sup>[12]</sup>及熟化作用<sup>[13]</sup>对日本面条品质影响规律的研究之后, Moss等人<sup>[14]</sup>以同一个小麦品种为原料, 通过控制粉碎程度和出粉率的方法, 结合SEM技术, 观察与分析蛋白质含量、面粉粒度及碱性添加剂等因素对广东式面条、韩国面条和油炸方便面品质及其微观结构的影响作用。目前, 有关将SEM用于蛋白质与淀粉对中国挂面品质影响的系统性研究还未见报道。本试验企图通过SEM技术, 从微观结构上

分析小麦蛋白质和淀粉对挂面和方便面品质影响的机理。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

面粉: 蛋白质 113 g/kg, 淀粉 640 g/kg; 陕西恒丰制粉有限责任公司生产。

谷朊粉: 蛋白质 724.6 g/kg, 淀粉 0.2 g/kg; 陕西扶风谷物蛋白厂生产。

小麦淀粉: 蛋白质 5.5 g/kg, 淀粉 778.8 g/kg; 陕西扶风谷物蛋白厂生产。

### 1.2 方法

**原料的制备** 分别以小麦淀粉、小麦活性面筋粉、纯面粉、250 g/kg 淀粉+750 g/kg 面粉、500 g/kg 淀粉+500 g/kg 面粉、纯淀粉、250 g/kg 谷朊粉+750 g/kg 面粉、500 g/kg 谷朊粉+500 g/kg 面粉和纯谷朊粉为原料, 按如下工艺流程进行加工:

面粉或混合粉→加水、和面成絮状→醒面(15 min)→压延→切面→蒸面(常压, 150 s)→油炸  
|→煮面(100°C, 2 min)  
(144°C, 90 s)→复水(95~100°C, 3 min)

在制作过程中, 对各样品在加工过程中的品质

**[收稿日期]** 2000-08-30

**[基金项目]** 国家“九五”农业科技攻关项目(96-002-02-03-06)

**[作者简介]** 师俊玲(1972-), 女, 陕西渭南人, 助教, 在读博士生, 主要从事作物品种及加工特性和发酵食品工艺学的教学与研究。

表现进行记录和定性描述。

**扫描电子显微镜用样的准备** 对各原料分别在粉末、面絮、面带、生面条、蒸后面、油炸后及复水后等各加工状态点取样。将所取样块放入 30 mL/L 的戊二醛溶液中静置过夜进行固定处理, 随后用 0.1 mol/L 的磷酸缓冲液清洗 3 次, 每次 5 min, 之后依次用 500, 600, 700, 800 和 900 mL/L 的乙醇溶液进行脱水处理 15 min, 再用无水乙醇脱水 2 次, 每次 20 min, 最后经干冰真空干燥、喷涂后观察、拍照。

## 2 结果与分析

### 2.1 蛋白质与淀粉对面条和方便面加工特性及食用品质的影响

纯面粉的面条加工特性和食用品质均为最佳, 过多的淀粉或谷朊粉都会导致面粉加工特性与食用品质产生劣化。

当用纯面粉为加工原料时, 水量加至面粉质量(含水量约为 140 g/kg)的 33% 时就能使面粉达到均匀吸水, 并很快形成均匀一致的面絮, 且此面絮易于压延成形, 不粘辊, 形成的面带连续性和均一性好, 白度适中, 表面光滑, 切面时断条率小, 在煮制和油炸过程中不散架、变形小。

**2.1.1 淀粉对面条和方便面加工特性及食用品质的影响** 纯淀粉不能用于制作挂面和方便面。用纯淀粉制作面条, 当含水量增至 900 g/kg 时, 淀粉仍不能形成良好的面团, 即使勉强将其压延成面带, 也会因其连续性和粘合性太差, 切条时无法形成面条, 煮时完全散架, 虽然蒸时成形良好, 但油炸后变酥, 复水后发粘。当在面粉中加入 250 g/kg 或 500 g/kg 淀粉时, 需将水量增加至 400 g/kg 才能使面粉达到均匀吸水, 形成良好的面絮。这样的面絮在压延过程中所需压力小; 面带白度高、光滑性好; 但切条、挂杆时断条率高; 蒸后面条的韧性增强; 复后面条过于柔软; 煮熟的挂面, 质地过软、筋力小、耐咀嚼性差, 面条表面粘度大, 食用时适口性差, 煮制时混汤现象严重。

**2.1.2 蛋白质对面条和方便面加工特性和食用品质的影响** 纯谷朊粉也不能用于加工挂面和方便面。用纯谷朊粉制作面条, 加水量少时面粉极难吸水均匀, 且搅拌时需力较大; 加水至无干粉后, 很难将其压延成形, 其原因在于: 一是要将其压延成片所需力大, 二是即使将其勉强压延成片, 当压力解除后, 已压开的面团回缩现象严重。面带表面凹凸不平, 颜色发青、发暗, 切条时紧粘于切刀之上; 煮熟后成团

状, 油炸后成泡状, 复水后成松软的泡状。当在面粉中加入 250 g/kg 或 500 g/kg 的谷朊粉时, 加水量需增至 400~500 g/kg 才能使混合粉均匀吸水; 压延时需力较大; 面带灰暗无光, 表面凹凸不平, 但连续性极好, 切条时断条率小, 但易产生粘辊现象; 煮面时不混汤, 煮后的面条弹性和韧性增大, 质地过硬, 食用时光滑性和适口性差; 蒸后面条的弹性增大; 油炸后面条体积的膨胀程度增大; 复水后, 面条的硬度增大, 筋力增强。

### 2.2 蛋白质与淀粉对面条和方便面微观结构的影响

在面粉中, 蛋白质呈不连续状与淀粉粒紧紧包裹在一起(图 1A)。当面粉加水和成面絮并放置 10 min 后, 蛋白质则逐渐从淀粉粒的表面部分脱离, 彼此粘连, 形成一个连续的、不定向的蛋白质基质群(图 1B)。经逐步压延之后, 面带内部的蛋白质基质逐步趋向于整体性定向排列, 并形成一种丝状的网络结构, 淀粉粒则或游离、或借助于蛋白质基质连粘于此网络之上(图 1C)。当面条经自然干燥失水后, 蛋白质又会粘附于淀粉颗粒表面, 整个面条内部呈松散的干混凝土状: 蛋白质象泥浆, 淀粉颗粒象石子。挂面在经水煮至可食程度的过程中, 面条内部的蛋白质网络进一步吸水扩张, 成为松散的海绵状网络结构; 淀粉颗粒虽有一定程度的变形, 但其外形轮廓仍清晰可见, 基本呈完整的颗粒状存在, 但其在蛋白质网络中的分布密度远低于生面条(图 1D)。经蒸面处理后, 部分变性的蛋白质呈不连续膜状与体积膨胀但外形依然完整的淀粉粒共存于面条之中; 两者在面条表面结合的紧密程度稍高于面条内部(图 1E, 图 1F)。经油炸后, 蛋白质和淀粉的体积进一步膨胀, 面条表面的蛋白质基质完全融合为连续的膜状整体, 如同不平静的海洋表面, 膨胀后的淀粉颗粒被束缚于此面之下, 但其外形轮廓依然清晰可辨(图 1G); 面条内部的蛋白质则呈不连续的膜状(图 1H)。复水后的方便面内部, 蛋白质进一步融合, 彼此间的连接更为密实; 淀粉颗粒则产生较大幅度的膨胀与变形, 但淀粉颗粒之间仍未发生或很少发生融合作用(图 1F, 图 1I, 图 1J)。膨胀后的淀粉粒充满了面条内部蛋白质网络中的大多数空隙, 而处于面条表面的淀粉粒经进一步膨胀后则趋向于冲破面条表面的蛋白质基质平面, 使其变得更加凹凸不平(图 1I, 图 1J)。

**2.2.1 淀粉对面条和方便面微观结构的影响** 当用加入淀粉的混合粉制作面条时, 面带和湿面条中蛋白质连丝的连续性变差, 分布密度减小(图 2A, 图

3A)。煮后的面条内部,蛋白质网络间的空隙减小,形成网络的基质连丝变细(图 2B,图 3B);淀粉添加量为 250 g/kg 的面条中,残留于蛋白质网络之中或粘附于其上可见淀粉粒的分布密度减小(图 2B),而当添加量增至 500 g/kg 时,其分布密度增大(图 3B)。由加入淀粉的面粉制成的面条经蒸制后,处于其表面和内部的蛋白质融合程度增大、连续性变好(图 2C,图 3C),但由其形成的网络结构显得较为单薄,淀粉粒的分布密度和变形程度增大(图 2D,图 3D)。经油炸后,面条内部淀粉粒的体积进一步膨胀,变形程度增大,彼此间相互靠近并产生一定程度的融合(图 3F);面条表面,由变性蛋白质形成的膜已难以束缚住膨胀后的淀粉粒,一些地方已被冲破,其他地方也有被冲破的趋势(图 3E)。

### 2.2.2 蛋白质对面条和方便面微观结构的影响

在面粉中加入谷朊粉会使面带和湿面条表面的蛋白质基质变得更加密实,几乎连成一片,内部的蛋白质则除了形成网络之外,彼此之间相互聚集成堆的现象较多(图 4A,图 4B)。当谷朊粉的添加量控制为 250 g/kg 时,煮熟后的面条内部,蛋白质网络结构变得更加结实,空隙变大,部分地方呈块状堆积,残留于网络之中的淀粉粒分布密度减少,淀粉粒的变形程度减小(图 4C);但当添加量增加至 500 g/kg 时,煮熟后的面条内部,蛋白质网络变得更加厚实,但空隙变小,堆积现象更加严重,网络中淀粉粒的分布密度增大(图 5A)。加入谷朊粉后,处于面条表面的蛋白质在经蒸制处理后,由原本较为密实的状态变得松散,空隙率也有所增大(图 4D),而其内部的蛋白质则或粘附于淀粉粒表面,或凝集成团(图 4E);此时的淀粉粒变形程度稍小于未加谷朊粉的面条(图 4D,图 4E)。经油炸和复水处理后,加入 250 g/kg 谷朊粉的面条表面,已几乎看不到外形轮廓明显的淀粉粒,大多数淀粉粒已变形成薄饼状或膜状;蛋白质则象一张破碎的幕布覆盖在面条表面(图 4F)。当谷朊粉的添加量增至 500 g/kg 时,经油炸后的面条表面,体积膨大后的淀粉粒被完全笼罩于蛋白质的膜状结构之下,蛋白质则形成厚实的、凹凸不平的皱面(图 5B);这种面条再经复水后,其表面几乎全是凝集成团的蛋白质(图 5C),而其内部的蛋白质则呈团状或网状(图 5D);淀粉粒的变形程度相对减小,它们或镶嵌在蛋白质凝团之中,或粘连于

片状的蛋白质网丝之上(图 5C,图 5D)。

纯谷朊粉在未吸水前呈块状聚集在一起(图 6A)。由谷朊粉制成的湿面筋中,蛋白质呈密集的团状凝集在一起,网络间的空隙很小(图 6B);经水煮之后,变成较为密实的蜂窝状(图 6C);经蒸制后成为厚壁的蜂窝状,有的地方呈块状凝集(图 6D);经油炸后变成连续且较为致密的厚膜状围绕成网络结构,整个体积迅速膨大(图 6E);经复水处理后,在水分子蒸发时产生的冲击力和(或)蛋白质在水中进一步变性等因素的作用下,已形成的厚膜状表面变得凹凸不平,外形极不规则,但仍呈连续状态(图 6F)。

## 3 结论与讨论

以超出常规蛋白质和淀粉含量的混合粉为原料,克服了常规分析中由于含量水平差异较小而造成结果不显著的缺点,能更加直观和清楚地了解蛋白质与淀粉对面条和方便面加工特性、食用品质及微观结构的影响规律。经过分析,可以得出以下结论:

1) 蛋白质与淀粉对面条和方便面的品质都有重要影响。相比而言,蛋白质的作用大于淀粉。只有当蛋白质和淀粉间的比例处于一个比较合适的范围之内时,才能制成高品质的面条和方便面;两者之中,任何一个的含量过多或过少,都会导致面条和方便面品质下降。

2) 蛋白质经吸水或变性后形成的网络结构是使面团具有可塑性、熟面条具有弹性和部分韧性、方便面具有良好复水性的主要原因;也是束缚住淀粉颗粒,不使其从面条中失落的主要因素。

3) 淀粉通过缓解面筋强度、添补蛋白质网络空隙等途径,起到增大面团和面带延伸性、改善面带表面光滑性、增加面条白度等作用。

由结果与分析可以看出,在淀粉对面条及方便面品质影响方面还有一些解释不清的疑难之点。如从微观结构来看,在正常的蒸制、油炸、煮制的温度与时间范围内,面条中的淀粉颗粒虽然发生体积上的不断膨胀,但彼此之间很少产生融合或融合程度较小。淀粉通过什么方式来影响煮熟面条的质地和方便面的复水性及其食用品质,判断淀粉糊化的指标是偏光十字的消失,还是淀粉流变学特性的变化,这些都需进行进一步的研究、探讨与分析。

## [参考文献]

- [1] Oh N H, Seib P A, Deyoe C W, et al Noodles I. Measuring the textural characteristics of cooked noodles[J]. Cereal Chem, 1983, 60(6): 433
- [2] Toyokawa H, Rubenthaler G L, Powers J R, et al Japanese noodle qualities I. Flour components[J]. Cereal Chem, 1989, 66(5): 387- 391
- [3] Chung G S, Kim S K. Effects of wheat flour protein contents on ramyon (deep fried instant noodle) quality[J]. Korean Journal of Food Science and Technology, 1991, 23(6): 649- 655
- [4] Crosbie G B. The relationship between starch swelling properties paste viscosity and boiled noodle quality in wheat flours[J]. Journal of Cereal Science, 1991, 13(2): 145- 150
- [5] 郑建仙, 朱斌昕. 非传统通心面的研究(下)——烘干工艺对通心面品质的影响[J]. 中国粮油学报, 1992, 7(2): 1- 7
- [6] 师俊玲, 魏益民. 小麦蛋白质和淀粉与面条品质关系的研究进展[J]. 郑州粮食学院学报, 2000, 21(1): 73- 78
- [7] Toru Shimizu, Hideaki Fakawa, Akiyoshi Ichiba. Physical properties of noodles[J]. Cereal Chem, 1958, 35(1): 34
- [8] Oh N H, Seib P A, Deyoe C W, et al Noodles IV. Influence of flour protein, extraction rate, particle size and starch damage on the quality characteristic of dry noodles[J]. Technol J, 1985, 62: 442
- [9] Oda M, Yasuda Y, Okazaki S, et al A method of flour quality assessment for Japanese noodles[J]. Cereal Chem, 1980, 57(4): 253
- [10] Resmini P, Pagani M A. Ultrastructure studies of pasta A review [J]. Food Microstuc, 1983, (2): 1- 12; 98
- [11] Oh N H, Seib P A, Chung D S Noodles III. Effects of processing variables on quality characteristics of dry noodles[J]. Cereal Chem, 1985, 62(6): 437- 440
- [12] Dexter J E, Matsuo R R, Dronzek B L. A scanning electron microscopy study of Japanese noodles[J]. Cereal Chem, 1979, 56(3): 202- 208
- [13] Endo S, Hara H, Sato T, et al Effect of maturing on microstructure and rheological properties of Chinese noodles[J]. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 1984, 31(1): 10- 13
- [14] Moss R, Gore P J, Murray IC. The influence of ingredients and variables on the quality and microstructure of Hokkien, Cantonese and Instant noodles[J]. 1987, (6): 63- 74

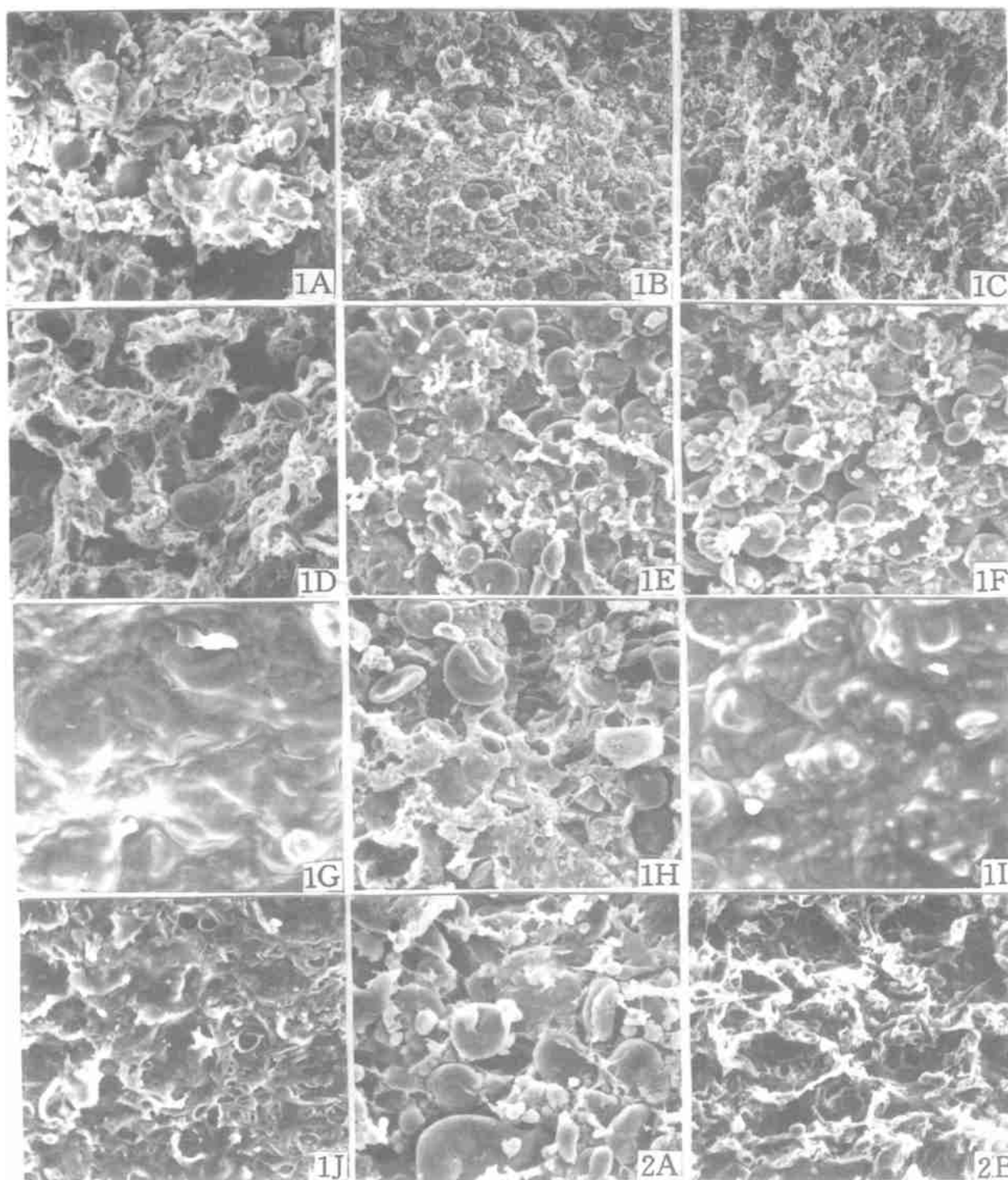
## Influence of wheat protein and starch on Chinese-style white salted noodle and fried instant noodle quality and microstructure

**SHI Jun-ling, WEI Yin-min, ZHANG Guo-quan, OUYANG Shao-hui, HU Xin-zhong**

(College of Food Science and Engineering, Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Scanning Electron Microscopy was used to analyze the microstructure of Chinese-style white salted noodles and fried instant noodles made from flours with different starch and protein contents mixed with wheat starch, wheat active gluten powder and common flour. The processing characteristic and eating quality of each mixture were also tested at the same time. The results showed that both protein and starch had great effects on noodle quality, and protein played a more important role on noodle quality compared with starch. Only when there is a proper rate of protein to starch can flour be made into noodles and instant noodles with high quality. It is the network of protein after absorbing water or denatured that gives shaping ability to dough, part of elasticity and springy property to cooked noodle, good absorption quality to instant noodle and it is also the main material that holds starch from being lost during the course of cooking. Through deducing gluten's force and filling the space in gluten, starch can enhance the extending ability of dough and sheet, improve sheet's surface smoothness and give noodles with good white color.

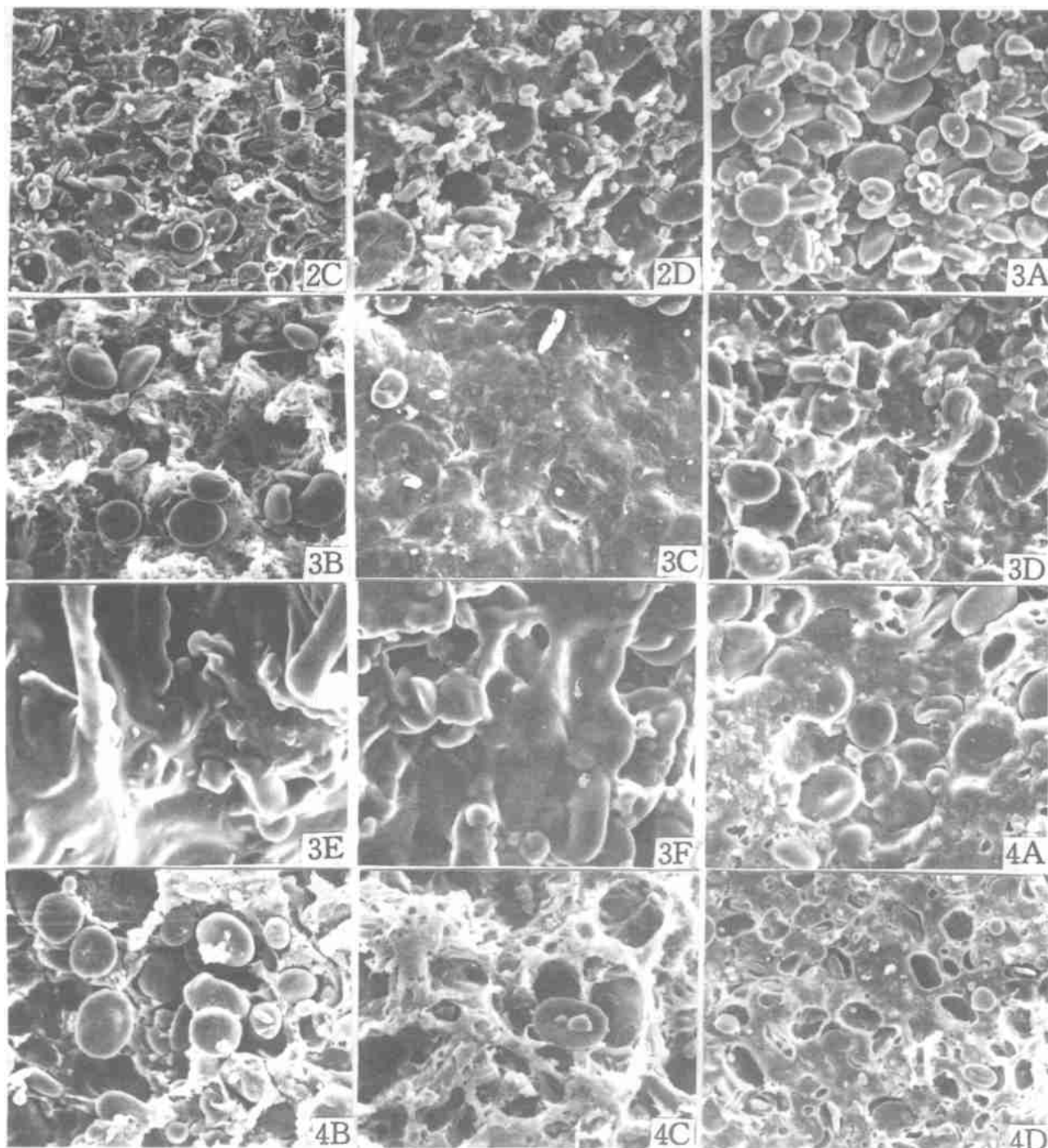
**Key words:** noodle; instant noodle; microstructure; protein; starch



图版 1A~2B 蛋白质与淀粉对挂面和方便面微观结构的影响

1A. 纯面粉颗粒 $\times 600$ ; 1B. 纯面粉和成的面絮 $\times 300$ ; 1C. 纯面粉制成的面带 $\times 300$ ; 1D. 煮制后纯面粉面条内部结构 $\times 600$ ; 1E 和 1F. 蒸制后纯面粉面条表面结构 $\times 600$  和内部结构 $\times 600$ ; 1G 和 1H. 油炸后纯面粉面条表面结构 $\times 600$  和横断面 $\times 600$ ; 1I 和 1J. 油炸和复水后纯面粉面条表面结构 $\times 800$  和内部结构 $\times 800$ ; 2A 和 2B. 加入 250 g/kg 淀粉后的面带内部结构 $\times 900$  和面条煮制后内部结构 $\times 600$

1A. SEM of flour powder; 1B. SEM of crumbly dough made of flour; 1C. SEM of sheet made of flour; 1D. SEM of the inner of boiled noodle made of flour; 1E. SEM of surface of steamed noodle made of flour; 1F. SEM of inner part of steamed noodle made of flour; 1G. SEM of surface of fried noodle made of flour; 1H. SEM of insect part of fried noodle made of flour; 1I SEM of fried and boiled noodle made of flour; 1J. SEM of inner part of fried and boiled noodle made of flour; 2A. SEM of inner part of sheet made of 250 g/kg wheat starch and 750 g/kg flour; 2B. SEM of inner part of boiled noodle made of 250 g/kg wheat starch and 750 g/kg flour

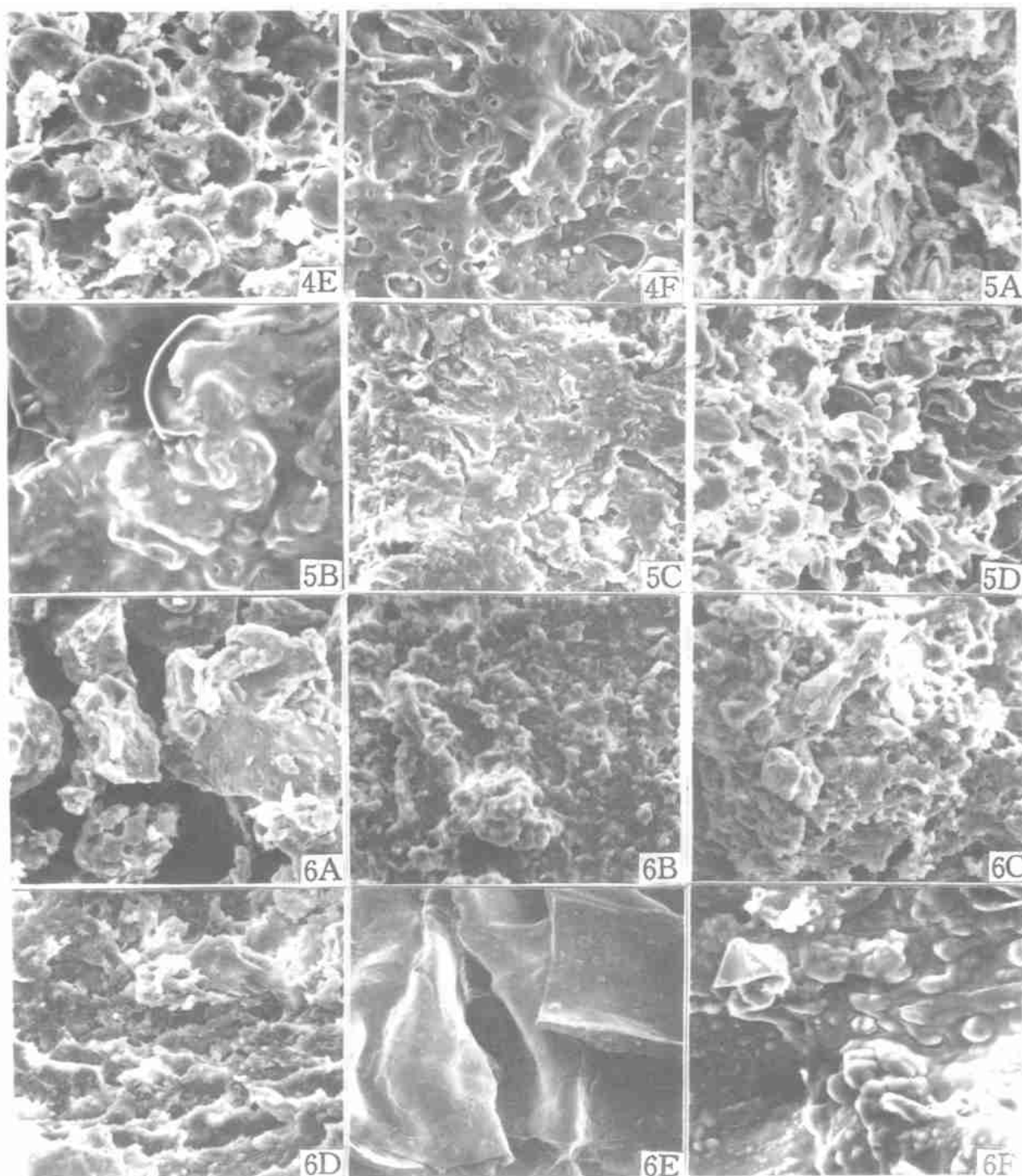


图版 2C~4D 蛋白质与淀粉对挂面和方便面微观结构的影响

2C 和 2D. 加入 250 g/kg 淀粉的面条蒸制后表面结构 $\times 400$  和内部结构 $\times 800$ ; 3A 和 3B. 加入 500 g/kg 淀粉后的面带内部结构 $\times 600$  和面条煮制后内部结构 $\times 600$ ; 3C 和 3D. 加入 500 g/kg 淀粉的面条蒸制后表面结构 $\times 400$  和内部结构 $\times 800$ ; 3E 和 3F. 加入 500 g/kg 淀粉的面条油炸后表面结构 $\times 500$  和内部结构 $\times 800$ ; 4A 和 4B. 加入 25 g/kg 谷朊粉的面带表面 $\times 800$  和内部 $\times 800$ ; 4C 和 4D. 加入 25 g/kg 谷朊粉的面条煮制后内部结构 $\times 800$  和表面结构 $\times 400$

2C. SEM of surface of steamed noodle made of 250 g/kg wheat starch and 750 g/kg flour; 2D. SEM of inner part of steamed noodle made of 250 g/kg wheat starch and 750 g/kg flour; 3A. SEM of sheet made of 500 g/kg wheat starch and 500 g/kg flour; 3B. SEM of inner part of boiled noodle made of 500 g/kg wheat starch and 500 g/kg flour; 3C. SEM of surface of steamed noodle made of 500 g/kg wheat starch and 500 g/kg flour; 3D. SEM of inner part of steamed noodle made of 500 g/kg wheat starch and 500 g/kg flour; 3E. SEM of surface of fried noodle made of 500 g/kg wheat starch and 500 g/kg flour; 3F. SEM of inner part of fried noodle made of 500 g/kg wheat starch and 500 g/kg flour; 4A. SEM of surface of sheet made of 25 g/kg active gluten powder and 75 g/kg flour; 4B. SEM of inner part of sheet made of 25 g/kg active gluten powder and 75 g/kg flour; 4C. SEM of inner part of boiled noodle made of 25 g/kg active gluten powder and 75 g/kg flour; 4D. SEM of surface of steamed noodle made of 25 g/kg active gluten powder and 75 g/kg flour





图版 4E~ 6F. 蛋白质与淀粉对挂面和方便面微观结构的影响

4E 和 4F. 加入 25 g/kg 谷朊粉的面条蒸制后内部结构 $\times 800$  和油炸与复水后表面结构 $\times 800$ ; 5A 和 5B. 加入 50 g/kg 谷朊粉的面条蒸制后内部结构 $\times 800$  和面条油炸后表面结构 $\times 500$ ; 5C 和 5D. 加入 50 g/kg 谷朊粉的面条油炸和复水后表面结构 $\times 600$  和内部结构 $\times 600$ ; 6A. 谷朊粉 $\times 600$ ; 6B. 面筋 $\times 600$ ; 6C. 煮制后面筋 $\times 600$ ; 6D. 蒸制后面筋 $\times 600$ ; 6E. 油炸后面筋 $\times 40$ ; 6F. 经油炸和复水处理后的面筋 $\times 600$

4E. SEM of inner part of steamed noodle made of 25 g/kg active gluten powder and 75 g/kg flour; 4F. SEM of surface of fried and boiled noodle made of 25 g/kg active gluten powder and 75 g/kg flour; 5A. SEM of inner part of boiled noodle made of 50 g/kg active gluten powder and 50 g/kg flour; 5B. SEM of surface of fried noodle made of 50 g/kg active gluten powder and 50 g/kg flour; 5C. SEM of surface of fried and boiled noodle made of 50 g/kg active gluten powder and 50 g/kg flour; 5D. SEM of inner part of fried and boiled noodle made of 50 g/kg active gluten powder and 50 g/kg flour; 6A. SEM of gluten powder; 6B. SEM of gluten; 6C. SEM of boiled gluten; 6D. SEM of steamed gluten; 6E. SEM of fried gluten; 6F. SEM of fried and boiled gluten