

影响越大,而在0°C条件下,啤酒质量变化不大。这是因为在0°C时,一方面不利于酒内各种物质的化学反应;另一方面,这个温度与啤酒发酵的温度接近,因此,啤酒的pH值、酒内物质的溶解度等都不发生明显变化。

第三,在低温下,虽然化学反应速度较慢,但某些物质的溶解度降低,因此,也要发生混浊,产生沉淀。通常,在-5°C左右运输或保管时,啤酒就要有混浊物出现。这种混浊在温度回升时能够消失。

温度剧烈变化对啤酒质量的影响超过相应的高温和低温的影响。据试验,每昼夜分别在0°C和12°C下各12小时,经过13天后浊度(以消光度表示)达到0.139,超过了在37°C下保管13天的浊度。

我国北方地区,冬季气温可达零下三十多度,对啤酒质量影响很大,因此,冬季运输啤酒时,应用棉被苫盖保温。

四、振动的影响

啤酒内的粒子的分散度很高,每个分散粒

子外面都包有一层水——醇液,同时粒子又多为蛋白质组成,带有同号电荷,各个粒子之间存在着静电斥力。在这两个因素的作用下,粒子就难于相互接近,就难于结合成大粒子。这说明了啤酒有着相当的稳定性。

但这种稳定性是有一定限度的,当剧烈振动或延长振动时间,酒内的分散粒子获得外表的能量,就可以突破粒子外层的水——醇包围层,同时克服粒子间的静电斥力而相互结合起来,变为较大的粒子。较大的粒子在振动下还要继续变大,直至发生混浊,产生沉淀。

振动除对啤酒的质量变化有直接影响外,还会加速啤酒内各种物质,如蛋白质、丹宁、金属离子等之间的化学反应,以及使大量的空气溶于啤酒中。据报导,振动1分钟溶解在啤酒中的氧气和氮气较静止17小时溶入的还要多。这样,溶入的大量氧气将加速酒内物质的氧化。

因此,在运输、储存、销售各环节都应尽量避免啤酒受过激烈的振荡。

面包老化的机理和延缓面包老化的方法

王 兰

面包营养丰富,历来是许多外国人民的主要食品,现在也逐渐成为我国人民的主食之一。提高面包质量,延缓其老化,对生产、贮存及食用都有着重要的意义。

关于面包老化的研究工作,在国外已有一百多年的历史,在国内,近些年来,也在积极开展这项工作。本文就面包老化的概念、测定方法、老化的机理和原因,以及如何延缓老化等方面,加以讨论。

一、面包老化的概念和测定方法

新鲜面包的面包皮脆而易碎,面包心软而富有弹性,具有特殊的风味和香味。而老化变硬的面包,皮软而具韧性,心硬、脆而易碎,面包的特殊风味和香味也随之消失,并逐渐产

生一种令人不愉快的苦味。面包老化是一个非常复杂的现象,要给老化下一个确切的定义是有困难的。Bechtel^[1]曾这样说过:所谓面包的老化,是指除去有害微生物的影响外,引起面包心的种种变化,致使消费者不欢迎的一种现象。近年来,D'Appolonia等^[2]认为从广义上来说,面包老化应该是指面包在烘焙之后所发生的一切变化,这些变化既发生在面包皮,也发生在面包心,所以面包老化是指新鲜面包具有的受消费者所欢迎的种种性质丢失的总和。这些变化概括起来包括以下几方面^[3]:①面包心硬度和脆性增大;②面包心吸水力降低;③面包心透明度降低;④面包心可溶性淀粉含量减少;⑤面包皮的脆而易碎的性质失去;

⑥ x 射线衍射图象发生变化；⑦对 β -淀粉酶的敏感性下降；⑧淀粉的结晶性增大；⑨面包香味丢失并逐渐产生特有的老化臭。

这里有一个问题要引起注意，我们通常所指的面包老化是指面包心的老化^[4]，因为面包皮老化和面包心老化是两种类型的反应，正如我们上面已提到，至少它们在外观上反应是不相同的，造成这种不同的原因，主要是因为面包皮发生老化时，水分从面包内部向面包皮转移，由于面包皮有很大的吸湿性，它迅速吸收这些水分，所以面包皮由干的、脆而易碎的变成软而有韧性的。面包如果用蜡纸包装或用防水薄膜包装，这就有助于延缓面包皮老化，因为这种包装阻止了面包内的水分向大气中蒸发。同样，如果空气相对湿度较大时，面包皮的老化将随着水分蒸发受阻而加速。面包心老化与面包皮老化不一样，它的几项主要变化见表 1^[5]。

感官判断面包心老化与实验方法结果的比较
(贮藏温度 23.9°C) 表 1

贮藏时间 (小时)	面包心 可压缩性	感官 判断 数值	膨胀力	脆性 %	可溶性 淀粉%	可溶性直 链淀粉%
5	210	0.00	3.84	4.6	2.17	0.17
17	185	0.72	3.45	10.6	1.81	0.09
29	155	1.10	3.24	11.7	1.90	0.09
41	129	1.43	3.16	19.3	1.99	0.11
53	119	1.76	2.97	19.7	1.71	0.10
65	101	2.35	2.97	23.3	2.17	0.11
77	92	2.57	2.93	28.0	2.17	0.11
89	86	2.71	2.94	32.0	2.17	0.11
101	73	2.85	2.84	28.0	2.12	0.11

从表 1 的数据可以看出，感官判断与物理及化学方法测定结果有某些一致的地方，但可溶性淀粉(%)及可溶性直链淀粉(%)的变化与感官判断不是完全相对应的。因此，面包心的老化，单凭感官判断是不全面的，要借助于物理的及化学的方法来加以测定。

通常采用下述方法测定面包的老化：

①膨胀试验 老化面包的面包心吸水能力降低，因此膨胀试验作为测定面包老化的一个指标。先将面包心泡湿，然后通过沉降法或离心

法测量面包的体积；或者通过测定离心后面包心沉淀物的重量。

②透明度 老化面包的面包心透明度降低，通过光电仪器测定光通过量来表示老化程度。

③压缩率 测定面包心的压缩率和上述膨胀试验，是测定面包老化的两项准确、可靠且较简单的方法，测定压缩率可以两方面着手，或者测定面包心柔软度的减少，或者测定它的硬度的增加，通常是测定硬度的增加。

④脆性试验 面包心老化变得脆而易碎，因此可以通过筛后，筛下物重量的多少来表示面包心脆性的大小(%)。

⑤对酶的敏感性 老化面包的淀粉难以被淀粉酶消化，可以通过 β -淀粉酶作用，测定生成还原糖的数量、或者通过发酵法测定生成二氧化碳气体的数量来表示老化程度。

⑥ x 射线衍射图法 Zobel, senti^[6] 根据 x 射线图象的第五根线的强度来表示面包老化的程度。

⑦面包心的淀粉粘焙力 测量法 (amylograph) 安永等^[3] 认为测定面包心的粘焙力时，根据粘度值越小，面包老化程度越大这一规律，来测定面包老化的程度。

除上述方法外，还有测定水溶性淀粉量、水溶性直链淀粉量等方法。

二、面包老化的原因和机理

最初，人们认为面包老化是由于水分丢失而引起的，但这观点在 1852 年由 Boussingault 用实验否定了。他把面包放在密闭容器里，不让水分蒸发出来，面包照样发生老化。1953 年 Bechtel 等^[1] 在非常精密的实验条件下证实，面包老化在水分几乎没有损失的情况下也能发生，但在 60°C 或更高一些的温度下加热，可以使这种老化面包变得柔软些。这一现象后来得到许多研究者的支持。因此，面包老化不是由于水分丢失而引起的。但是面包水分含量是一个重要因素，Von Bibra (1861 年) 发现，当老化面包水分含量少于 30% 时，用适当加热的方式，老化面包是不能变得柔软些的。Be-

chtel^[11] 及 cluskey 等^[7] 认为面团 增加吸水量, 可提高面包的柔软程度和有助于延缓面包老化。然而, 在贮藏期间面包发生老化时, 水分如何重新分布则有不同的意见。Taylor 等^[7] 在相对湿度为 97~98% 条件下, 测定了淀粉水分吸着量 (Sorption capacity) 和面筋水分吸着量 (据认为这种水分吸着量在面包心占压倒的优势), 他们发现, 淀粉水分吸着量在一天后从 58% 减少到 55%, 第四天慢慢减少到 53%, 而到了第七天减少到 51%; 而面筋在这期间则具有相同数量的水分结合量, 这就好象水分由淀粉转移给面筋。senti、Dimler^[8] 也认为面包心老化期间, 水分从淀粉向面筋转移。而 Willhoft^{[9][10]} 认为面包老化水分的转移应当是从面筋到淀粉。

Lindet 于 1902 年首次明确提出面包老化与淀粉的回生现象有关的观点, 他认为面包老化时, 可溶性淀粉的减少是由于淀粉的回生作用而引起的。淀粉回生时, 由先定形状态变成结晶状态, 同时水分也丢失一部分, 这部分水可能被面筋所吸附。这一观点为 Katz, cluskey 及近年来一些科学工作者, 用实验已经证实。Katz 1928 年用 x 射线研究新鲜面包心与老化面包心淀粉的衍射图象, 发现新鲜面包心为 V-形 (这图象就是糊化状态淀粉的先定形状态图象), 而老化面包心为 B-形 (这是处于回生状态淀粉即结晶化淀粉的图象), 因此他得出结论, 认为面包的老化是由于淀粉的回生作用而引起的。cluskey 等^[7] 比较了淀粉、面筋和面粉胶体在老化时硬度的变化, 他们发现一天后, 淀粉和面粉胶体显示出增加相同的硬度 (100% 或更高一些), 而面筋胶体仅增加三分之一, 用加热方式处理它们, 淀粉和面粉胶体几乎恢复了原来的弹性, 而面筋胶体则不能恢复原来的弹性, 因此, 他们也认为面包老化, 心变硬主要是由于淀粉变化而引起的。近年来 Cornford 等^[11] 研究了面包心弹性模量、时间和温度之间的关系, 假定面包心模量的增加与淀粉结晶化程度之间成正比关系。他们使用了 Avrami 方程, 定量地描述面包心的老化

速度, 结果他们证明了有限模量增加的相对速度随着贮藏温度向冰冻点方向降低, 而逐渐变大, 这就强调了老化的负温度系数 (negative temperature coefficient) 的重要性, 而且也证明了面包老化过程主要是淀粉分子比较有规律的排列即结晶化过程。后来 Axford 等^[12]、colwell 等^[13] 及 McIver 等^[14] 使用差示热分析法支持了 Cornford 等的发现, 其结果见表 2。表 2 的数据表明了 Avrami 指数和面包、淀粉胶体的时间常数是相当一致的 (时间常数是指对于任何物料被转变成老化形式所需要的时间), 因此面包老化的基本特征是由于面包心淀粉成分的回生而引起的。据此, Yasunaga 等^[15] 建议使用粘焙力测量器来测定面包心老化的程度。Banecki^[16] 用此法测定了从小麦面包中分离出来淀粉的峰粘度 (Peak Viscosity), 他发现贮藏 24 小时明显减少, 然后缓慢减少直至 96 小时为止, 粘度变化过程与硬度曲线以及淀粉结晶化作用有关的测定数据是相似的, 因此也证明了面包老化与淀粉的回生作用是有关联的。

面包和 50% 淀粉胶体贮藏于 21°C 下时间常数和 Avrami 指数的比较^[a] 表 2

	Avrami 指数	时间常数 (天)	参 考 文 献
淀 粉	1.02	3.76	McIvevetal (1968) ^[14]
胶 体	0.90	4.20	Colwelletal (1969) ^[13]
	0.98	3.80	Kim and D'Appolonia (1977) ^[17]
面包 ^[b]	1.00	3.68	Cornfordetal (1964) ^[11]
面包 ^[c]	3.28	Axfordetal (1968) ^[12]

[a] from Kim and D'Appolonia (1977)^[18]

[b] Conventional baking process

[c] Chorleywood bread process

淀粉包括直链淀粉和支链淀粉, 那末是两种淀粉还是其中一种淀粉的回生作用引起面包老化呢? 这一问题引起了众多学者的关注。Radley^[19] 配制不同比例的直链淀粉和支链淀粉溶液, 然后测定各混合液的老化度, 其结果见图 1。他认为从图中曲线可以看出, 直链淀粉对淀粉溶液老化起主要作用。但 Schoch 等

面包老化时面包心水溶性物数量及其组成的变化

表 3

贮藏时间 (小时)	面包水分 (%)	水溶性物数量 (%)	碘亲和力 (%)	水溶性物的组成(计算值)	
				直链淀粉(%)	支链淀粉(%)
4	42.6	6.21	1.91	0.60	5.61
		7.94	2.17	0.87	5.07
6	43.6	7.12	2.04	0.73	6.39
		7.40	2.31	0.86	6.54
28	41.0	4.74	1.66	0.40	4.34
		4.85	1.63	0.40	4.55
70	39.8	3.48	1.45	0.25	3.23
		3.65	1.45	0.27	3.38
148	37.3	3.06	1.53	0.24	2.82
		3.10	1.53	0.21	2.89

^[20]认为面包的老化不仅与直链淀粉有关,与支链淀粉也有很大的关系(见表3)。

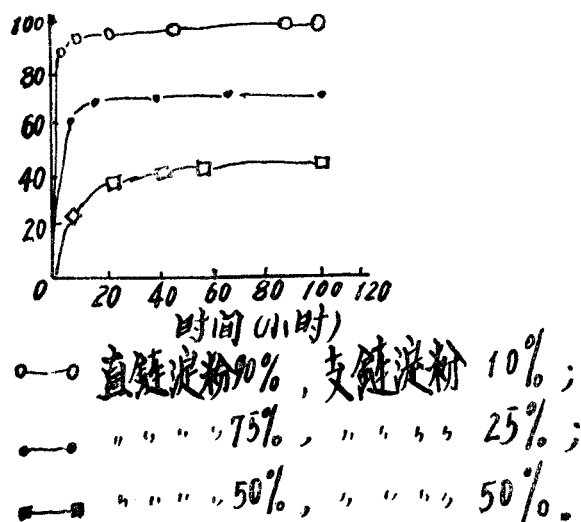


图1 直链淀粉和支链淀粉混合溶液的老化度

Kim及D'Appolonia^[21]测定了面包在贮藏12小时期间可溶性物质成分数量的变化(见表4),与Schoch的观点一致。

Schoch^[22]经过进一步研究,认为面包在烘焙期间,可溶性直链淀粉溶出淀粉粒,因此直链淀粉在面包取出烘焙炉后,冷却过程中已经形成硬的凝胶,直链淀粉已经老化,所以它在面包以后的老化过程中,关系已不太大了,所以新鲜面包在贮藏过程中,面包心老化主要是支链淀粉的回生作用所引起的(见图2)。为

面包在贮藏12小时期间面包心^[a]的可溶性淀粉的数量和组成^[b]

表 4

时 间 (小时)	贮藏温度 (°C)	可溶性淀粉 (%)	可溶性淀粉的组成	
			直链淀粉 (%)	支链淀粉 ^[c] (%)
0.16	室温	2.51	0.60	1.91
2	室温	2.34	0.39	1.95
5 ^[d]	21	1.86	0.22	1.64
12 ^[d]	21	1.74	0.18	1.54

[a] 面粉蛋白质为13.9%(14%mb);

[b] 所有结果以干基计算(from kim and D'Appolonia^[21]);

[c] 通过差计算;

[d] 面包先放在室温下冷却2小时,然后再放在21°C下分别贮藏5小时和12小时。

此, Schoch把支链淀粉的这种回生作用称为凝聚(Coacervation)作用,以区别于直链淀粉的回生(Vetvogradation)作用。Schoch认为这就是老化面包稍加热,可使面包变得柔软些的道理。因为直链淀粉分子与支链淀粉分子结合的强度不同,直链的线性分子回生后,若使它们重新溶解,需要较多的能量,相当于加热温度为140~150°C,而支链淀粉分子发生凝聚作用后,成为不溶状态,但稍给它加热,一般为40~50°C,就足以拆开在支链之间比较弱的键,因此老化面包(只要老化度不大时),稍加热可使面包适度变软。

Prentice等^[23]和 Bechtel^[24]用文联玉

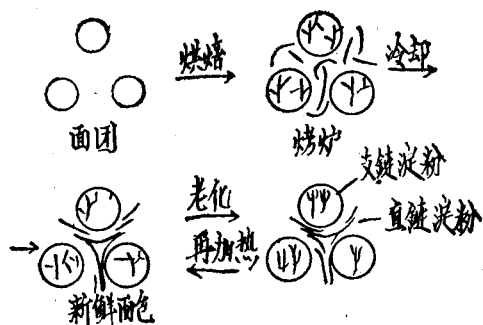


图2 面包在烘焙和贮藏过程中直链淀粉和支链淀粉的变化 (Schoch, 1965)

米淀粉掺到小麦粉中, 进行烘焙试验, 结果也支持Schoch观点。Prentice等用化学交联的玉米淀粉代替部分小麦淀粉烘焙面包, 结果面包心比对照面包的面包心硬度大。Bechtel也发现, 当用80%的交联玉米淀粉代替小麦淀粉时, 新烘焙出来的面包硬度增加, 其部分试验结果见表5。

交联玉米淀粉对面包老化的影响 表5

交联淀粉的置换率 (%)	面包的新鲜度*				
	2	20	44	92	140 (小时)
0	5.9	4.7	4.1	3.1	2.6
20	5.0	4.2	3.2	2.6	2.4
40	4.7	3.6	3.2	2.0	1.7

* 新鲜度: 6. 非常新鲜, 5. 新鲜, 4. 稍新鲜, 3. 稍老化, 2. 老化, 1. 非常老化。

Bechtel进一步深入进行研究, 用热稳定性的细菌 α -淀粉酶加入到含有交联淀粉的面粉中去, 进行面包烘焙试验, 面包贮藏6天后, 测定面包的老化度, 发现它比对照面包老化度小。该试验结果又为Lobel、Senti的试验所支持。他们研究了面包心硬度和面包淀粉晶体之间的关系, 用40%交联淀粉代替小麦淀粉作试验样品, 其中一组样品中添加了 α -淀粉酶, 一组样品不添加 α -淀粉酶, 与对照一起作烘焙试验。面包经过贮藏3~4天后, 用 x 射线作衍射图象, 结果发现未加 α -淀粉酶的样品与对照面包, 随着贮藏时间的延长, 结晶性增加, 老化度加大; 而加了 α -淀粉酶的样品面包, 结晶性

没有相应的增加。这说明了细菌 α -淀粉酶, 由于它的热稳定性, 使它有抗老化的作用。致于细菌 α -淀粉酶为什么有抗老化作用, 解释不一, 按照Schoch观点, 细菌 α -淀粉酶主要对支链淀粉作用, 所以有抗老化作用; 但Senti、Dimler^[8]认为该试验正好说明了直链淀粉在面包心老化过程中起重要作用, 细菌 α -淀粉酶切断了面包中淀粉胶体的三度网状结构之间的连续性, 因而减少了面包心的硬度, 其作用方式见图3。

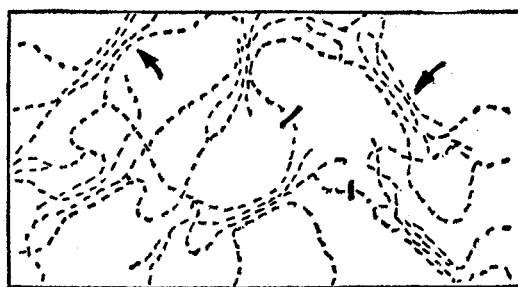


图3 淀粉胶体的网状结构, 箭头表示结晶性区域, 十字交叉线表示细菌 α -淀粉酶可能作用的光定形区域

淀粉的回生作用是面包心老化的主要原因, 这已为大多数学者所接受, 而且在面团中添加表面活性剂致所以有抗老化作用, 与防止淀粉的回生作用有着密切的关系 (这一问题下面再作讨论)。面包的老化除了淀粉的回生作用, 水分的影响外, 其它因素也有不同程度的影响。

贮藏温度对面包的老化有很大的关系, 一般规律是: 在一定的温度 (略低于淀粉糊化温度, 一般为40°C) 以上和面包的冻结温度 (-7°C左右) 以下, 面包不易老化, 而在这个温度范围内, 温度下降, 老化度增加。如Katz1928年发现, 面包在控制水分条件下, 当贮藏温度在60°C以上时, 面包在24~48小时内保持新鲜, 而温度为40°C时变成半老化状态, 在30°C时几乎老化, 在17°C时老化, 在-8°C时面包极度老化, 但在-10~-185°C条件下, 面包保持新鲜。Pence, Standridge^[25]研究了温度对面包老化速度的影响, 其结果见图4。从

图4曲线可以看出温度在1°C附近老化速度最快, -7°C大致是引起面包冻结的温度; 按照Willhoft^[26]观点, 面包贮藏在-20°C左右时, 几乎不老化, 而最易发生老化的温度为-2°C, 因此冷冻贮藏面包时, 要注意2~-2°C这一温度区间。Willhoft的试验结果与Pence、Standridge是一致的。Meisner^[27]也曾研究贮藏温度与贮藏时间对面包老化速度的影响。他发现: 在43°C的条件下贮藏100小时, 与在24°C的条件下贮藏40小时面包柔软程度相同(但应注意面包不易贮藏在较高温度下任意长时间, 因为高温对某些微生物的繁殖有利, 面包的香味也丢失, 而且面包心变成褐色); 在1.1°C的条件下贮藏20小时面包的老化程度相当于在室温下贮藏75小时的老化程度; 在-14°C条件下贮藏100小时与在室温条件下贮藏24小时的面包柔软程度差不多; 他还发现在4.4°C~10°C温度区间贮藏面包, 老化速度最快, 据此他建议, 冬季用手推车运输面包时, 要给面包稍加热, 避免面包过快老化。Cornford等^[11]从淀粉分子运动和结晶化作用关系上来探讨贮藏温度与面包老化的关系。他们认为在面包这种高度聚合的体系中, 当温度刚好位于熔点(即淀粉糊化温度)以下时, 淀粉分子结晶化作用较慢, 随着贮藏温度下降, 结晶化作用越来越迅速, 直至达到最易结晶化温度时为止; 当温度达到0°C附近时, 淀粉分子运动减弱, 不足以发生结晶化作用。因此, 当面包贮藏在较高温度(如43°C)以上或其冻结

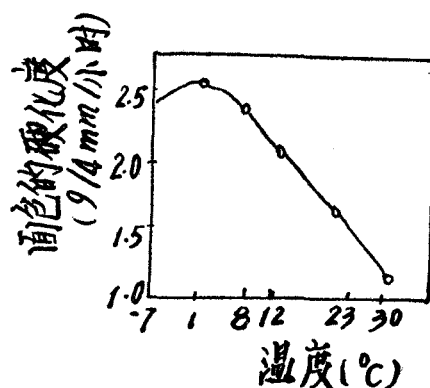


图4 温度对面包硬化速度的影响

温度以下时, 不易发生老化。

蛋白质是烘焙面包不可缺少的成分, 蛋白质质量和含量无疑对面包的质量有重要的影响。关于蛋白质含量对面包老化的影响, 各学者意见不一致。一种意见认为, 面包中蛋白质含量高, 有延缓老化的作用; Steller, Bailey 1938年用蛋白质含量从9.6~12.6%四种面粉, 进行烘焙试验, 结果发现用蛋白质含量高的面粉烘焙的面包比用蛋白质含量低的面包贮藏性能好。Prentice^[23]采用合成面团的方法进行试验, 发现面筋含量增多, 有助延缓面包老化。据认为这是由于面筋数量增多时, 妨碍了淀粉粒之间的聚集, 因此延缓面包的老化, 同时面筋对淀粉吸水能力的变化, 起到水分贮存场所的作用; 另外Elton^{[12]、[28]}认为测定面包的比容是判断面包老化的有效方法, 比容与面包硬度之间存在反变的关系, 强力粉(通常蛋白质含量高)烘焙面包的比容大于弱力粉(通常蛋白质含量较低)烘焙面包的比容, 面包比容越大, 老化速度越慢, 因此蛋白质含量高的面包不易老化。另一种意见则认为, 不能单纯从蛋白质的含量多少来说明对面包老化的影响; Ponte等^[29]用十种冬小麦面粉进行烘焙试验, 这些面粉在蛋白质含量及其它有关分析数据上几乎一样, 他们比较了这十种面包心的硬度和面包老化速度, 结果发现, 有两种面粉烘焙的面包经三天贮存后, 面包的可压缩性很大, 而且其中一种面包心柔软时间比另一种延长14小时; 近年来, Willhoft^[10]认为讨论蛋白质对面包老化的影响, 必须考虑两个因素, 一是对淀粉的直接稀释因素, 二是面筋对面包体积的影响及伴随对面包柔软程度的影响。Kim、D'Appolonia^[17]近年来主要研究了面粉蛋白质含量与面包老化的关系, 结果见表6。

表6中“面包代号”是表示用不同蛋白质含量的面粉烘焙的面包(A、A-1、B、C), A和A-1面粉蛋白质含量相近, 面包的时间常数几乎一样, 但面粉强度相差甚远, 因此面粉强度与面包时间常数之间没有直接的联系, 所以不能单纯从蛋白质含量来判断对面包老化的

面粉蛋白质含量对在21°C条件下贮藏的面包
时间常数的影响^[17] 表 6

面包代号	面 粉		面包时间常数 (天)
	蛋白质* (%)	面团粉质曲线 坚定性(分)	
A	11.0	5.5	3.74
A-1	10.6	12.5	3.75
B	13.9	16.0	5.44
C	21.6	21.0	11.25

* 14.0%mb。

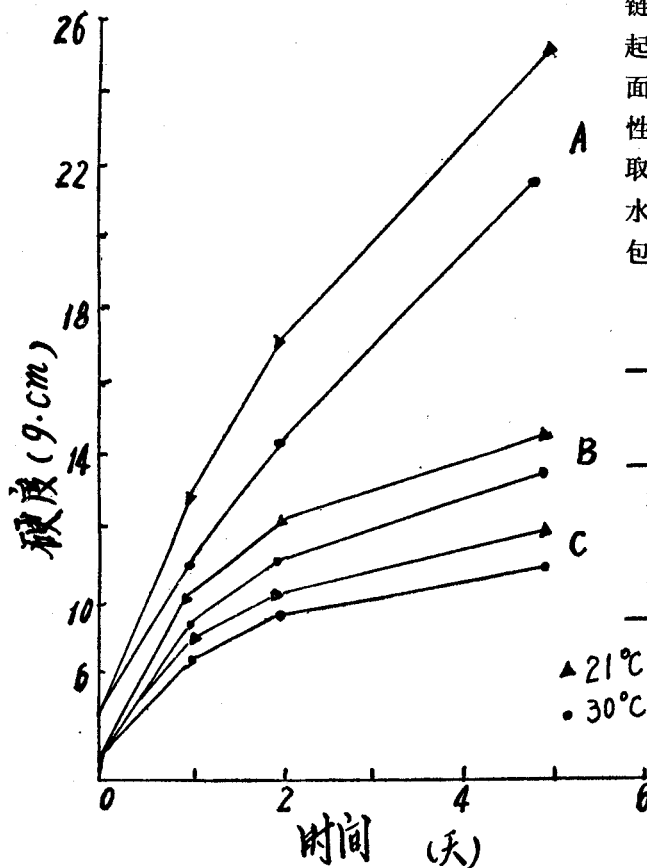


图 5 在21°C和30°C条件下, 淀粉胶体的老化(A),
溶于水的戊聚糖胶体的老化(B)和不溶于水的戊聚
糖胶体的老化(C)曲线

影响。他们同意Erlander等的观点^[30], 应当强调面团中淀粉对蛋白质的比例关系, 这种关系对面包老化起重要的作用。

戊聚糖在面粉中含量只有2~3%, 据研究对延缓面包老化也有一定的影响。据 Gilles 等^[31]研究, 面包心中“可溶性物质”是由淀粉和戊聚糖组成的, 在新鲜面包中“可溶性物质”达到面包心的4.3%, 其中11.7%为戊聚糖。而在老化面包中“可溶性物质”占面包心的3.3%, 其中戊聚糖占19.3%, 戊聚糖的这种相对含量的增加就是由于面包老化时发生直链淀粉的结晶化作用或者支链淀粉凝聚作用引起的。Kim、D'Appolonia^[18]研究戊聚糖在面粉中的存在状态, 认为其中大约一半是水溶性的, 另一半则不易用水提取出来, 可用碱提取, 后者一旦提取出来便由不溶于水变成溶于水的戊聚糖, 而且认为正是这部分戊聚糖对面包老化有一定的延缓作用(见表7和图5)。

戊聚糖对贮藏于21°C条件下面包时间
常数的影响^[32] 表 7

面 包	时间常数(天)	
	全 过 程	一天后贮藏
对照*	5.44	4.80
含有1.0%水不溶性戊聚糖	6.53	4.23
含有1.0%水不溶性戊聚糖	8.54	5.88

* 含有13.9%蛋白质(14%mb)

此外面包的辅料如脂类、糖类、脱脂奶粉和酵母等以及烘焙面包的工艺条件如发酵、合面和烘焙条件的控制等因素对面包老化都有一定的影响^{[21]、[31]、[5]}。

(待续)

更正: 本刊83年第8期40页表1末行, 铅7ppm以下应为1ppm以下。