

Calcium stearyl lactylateの製パンへの利用に関する研究

誌名	食糧研究所研究報告 = Report of the Food Research Institute
ISSN	03710653
著者	小柳, 妙子 佐藤, 友太郎 吉川, 誠次
巻/号	19号
掲載ページ	p. 63-69
発行年月	1965年3月

Calcium stearyl lactylate の製パンへの利用に関する研究

小柳 妙子・佐藤友太郎

つい最近までは、工業の一分野とまでに到達しなかった製パン界も、現在では製パン工業として立派に成長するに至っている。この発展に伴って当然企業形態なり、企業の内容が量質ともに顕著な変化を来していることは当然のことである。企業形態が大型化するともに、機械化、ことに自動化が進められている。毎日大量の原料が搬入され消費されているが、その原料は現在のところ必ずしも自由ではなく、年間を通じ必ずしも均一な品質を期待することは困難である。したがって自動化を行ない画一的な自動操作を連続的に行なわんとするさいにはいささか不安が伴うことになる。そこで、操作の安定性を高めるために、生地改良剤の要望が起こるのは当然といわなければならない。またいっぽうにおいては大型工場が続々と作られている関係上、販路開拓のため必然的に遠隔輸送が行なわれている。このためパンの鮮度を永く保つ老化防止の問題が、従前にもまして大きな問題となっている。

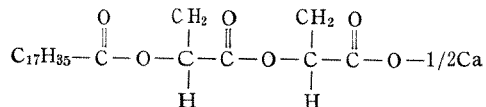
これまでも多くの生地改良剤や老化防止剤が発明され、使用されているがこれらを両方も兼ねた働きをする添加物はあまり見当らなかったようである。

最近添加物として使用が許可された Calcium stearyl-lactylate は、この点非常に興味ある添加物で生地の耐混捏性をまし、操作の安定性を増大させるばかりでなく、パンそのものの品質を向上させ、さらにパンの老化をかなり著しく防止することを確認したので、ここに報告し参考に供したい。

実験の部

1. Ca-stearyl-lactylate の組成と性質

パンなどの添加物として一般に使用されるものは乳酸2分子と1分子のステアリン酸を反応させ、これにカルシウムを結合させたもので、つぎの化学構造をもっている。



このものは非常に安定性に富んだ粉末で吸湿性が無い。水には溶けず、多くの non polar の溶剤にとけ、また熱い植物油、ラード、ショートニングにとけ

る。

以上は Ca-stearyl-lactylate のきわめて大雑把な性質であるが、stearyl lactic acid 関係の化合物には、この他多くの種類が考えられる。

(i)乳酸の重合度、(ii)脂肪酸の種類、(iii)塩類の種類、などによって種々の化合物ができる。これらのものがいかなる影響を与えるかについても検討を加えた。

なお今回テストを行なった各種試料の性質を略記すると第1～3表のごとくである。

第1表 実験試料の性質 (1)
ステリン酸原料を異にした
Ca-stearyl-2-lactylate

Lot. No.	7 0 1	7 0 2	9 0 2
CaCO ₃ :ステアリン酸:乳酸	0.5:1:2	0.5:1:2	0.5:1:2
原 料 { 重合乳酸	111.6%	111.6%	112.5%
{ ステアリン酸	試薬1級	局 方 工業用	
{ CaCO ₃	試薬1級	試薬1級	局 方
外 観	微黄色粉末	ほとんど白色粉末	微黄色粉末
融 点	44~51°C	44~51°C	42.5~45.5°C
pH(2%懸濁液)	4.3	4.3	4.3
酸 価	97	99	107
ケ ン 化 価	254	255	270
Ca 含 量	4.31%	4.30%	4.25

第2表 実験試料の性質 (2)
乳酸の重合度を異にする化合物

種 類	Ca-stearyl-4 lactylate	Ca-stearyl-8 lactylate
CaCO ₃ :ステアリン酸:乳酸	0.5:1:4	0.5:1:8
原 料 { 重合乳酸	119.4%	
{ ステアリン酸	局 方	局 方
外 観	低融点	吸湿性あり
pH(2%懸濁液)	4.3	4.3
酸 価	101	91.9
ケ ン 化 価	379	507
Ca 含 量	3.21%	2.09

第3表 実験試料の性質 (3)

Stearyl-2-lactylate 化合物

種類	Stearyl-2-lactylic acid		Na-stearyl-2-	Na, Ca-stearyl-2-
	直接法	抽出法	lactylate	lactylate
原料のモル比	S : L 1 : 2	S : L 1 : 2	Na ₂ CO ₃ : S : L 0.5 : 1 : 2	Na ₂ CO ₃ : CaCO ₃ : S : L 0.25 : 0.25 : 1 : 2
原料 { 重 合 乳 酸 ステアリン酸	120 %	120 %	113 %	120 %
外 観	局 方 白色ペースト状	局 方 白色ペースト状	局 方	局 方
pH	—	—	4.6	4.8
酸 価	139	142	117	80
ケ ン 化 価	388	372	234	248

第4表 実験試料の性質 (4)

脂肪酸の異なる化合物

種類	Ca-lauryl-lactylate	Ca-palmityl-lactylate	Ca-oleyl-lactylate
pH	4.6	4.3	4.2
酸 価	115	100	97
エステル価	181	—	168
Ca 含量	5.27	4.57	4.32

2. 製パン試験法

(a) 原料配合

小麦粉 (オーション)	100
イースト	2
砂糖	4
ショートニング	3
食塩	1.7
水	63

(b) 製パン工程

i) 中種法 (小麦粉300g 使用)

中種醗酵	4時間 (24°C→29°C)
本捏醗酵	30分 (30°C)
ねかし	10 "
ほいろ	55 " (37°C, RH90)
焙焼	30 " (220°C)

ii) 直捏法 (小麦粉100g 使用)

第1醗酵	90分 (30°C)
第2醗酵	45 " (30°C)
ねかし	10 "
ほいろ	55 " (37°C, RH90)
焙焼	20 " (220°C)

実験結果

1. Ca-stearyl-2-lactylate がパンの品質に及ぼす影響

最初まず Ca-S-2-L を小麦粉に対して 0.5% 添加してパンの品質に及ぼす影響をみた。その結果は第5表のごとくであり、パンの体積が著しく増大することが、もっとも顕著な影響として観察される。約10%の増大がみられる。また品質も向上し、とくに触感その他内相をよくすることが認められる。

第5表 Ca-stearyl-2-lactylate

がパンの品質に及ぼす影響

項目	対照パン	C-S-L 0.5% 添加パン
パンの重量 (g)	415	414
	420	414
パンの容積 (cc)	2,190	2,370
	2,170	2,390
パンの点数	87.5	88.2

なお本実験に使用した小麦粉は、強力一等粉でパン用としてかなり上質の部に属する。

次にツル印という蛋白質の少ない普通粉に Ca-S-L を添加してその効果をみた。結果は第6表のごとくである。

第6表 Ca-S-L の粉質改良作用

項目	強 力 粉 (オーション)	普 通 粉 (ツル)	(ツル)+ Ca-S-L
パンの重量 (g)	141	142	140
	138	138	140
パンの容積 (cc)	670	630	670
	670	630	675
パンの点数	88.6	83.5	86.1

普通粉に加えるとその効果は一層著明になることが認められる。内麦の利用など低級の小麦粉のパンの活用に当って有用と考えられる。

2. 生地 の 混捏耐性に及ぼす影響

生地の混捏に対する影響を検討した。結果は第7表のごとくである。

小麦粉 100g を使用して National Complete Mixer にかけて混捏するのであるが、普通混捏時間に2~3分とされている。3分の場合と、さらに延長して4分混捏して過剰混捏における Ca-S-L の影響を観察した。4分混捏すると、無添加の生地はベタつき操作困難となり、その後の操作に難渋を来すと思われる状態となる。ところが 0.5%添加するとそのような心配はなく、4分間混捏しても、パンの容積、品質いずれの点においても悪化の傾向はすこしもみられない。したがって Ca-S-L は生地の耐混捏性をかなり増大することがわかる。このことは工場における安定性の増大を示すものとして、きわめて注目すべきところである。

第7表 過混捏の影響

混捏時間 試料	3分		4分	
	対照	Ca-S-L 0.5%添加	対照	Ca-S-L 0.5%添加
パンの重量 g	139	140	141	141
パンの容積 cc	700	750	660	750
パンの点数	88.3	89.0	87.0	89.0

3. パンの老化に及ぼす影響

中種法によって作ったパンを使用して、パンの老化に及ぼす影響を検討した。結果は第8表のごとくである。

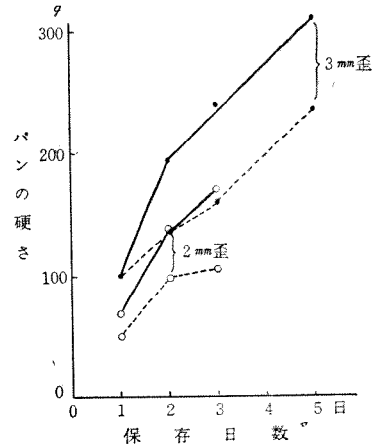
これを図示すると第1図となる。

かなり著しい老化防止効果がみられる。とくにこの実験条件においては48~72時間において老化速度がおそくなり、この間においては明らかに1日以上パンが柔らかさを保つことになる。

第8表 パンの老化に及ぼす影響

保存時間 (hr)	パンの堅さの変化			
	対照 2mm (g)	パン		0.5%添加パン 3mm (g)
		3mm (g)	2mm (g)	
24	69	100	51	76
48	136	195	100	135
72	171	239	107	160
120	—	310	—	236

注：厚さ2.0cmのパンを2mm, 3mm 圧縮するに要する荷重をもって、パンの堅さを表す。6片のパンの平均値



第1図 パンの硬さの変化

以上まず製パン技術においてももっとも重要であると考えられている点について検討した結果、既往の文献に紹介されているとおり、あるいはそれ以上の興味ある影響ある効果を認めた。

4. Lactylic esters of fatty acids の製パン適性比較

以上の実験において Ca-stearyl-2-lactylate が、多くの点において製パン改良剤としてすぐれていることを認めたが、他の脂肪酸の乳酸エステルではその効果がどうかについて検討を加えた。

4.1 ステアリン酸の種類の影響

まず Ca-stearyl-2-lactylate(において、原料のステアリン酸の品位が、どのような影響を与えるかについて調べた結果は、第9表に示したとおりである。

試薬用1級も局方品でも両者の間には、ほとんど差はない。しかし工業用ステアリン酸になると、パンの品質、老化防止の面において他の2者にわずかに劣る。

第9表 原料ステアリン酸の影響

項目	対照パン	Ca-S-L 添加パン		
		試薬用1級 ステアリン酸	局方 ステアリン酸	工業用 ステアリン酸
パンの重量 g	141 141	141 143	141 142	142 140
パンの容積 cc	700 695	700 695	695 690	690 685
パンの堅さの変化				
24時間後 (g)	117	53	60	97
48 " (g)	194	98	97	125

4. 2 乳酸の重合度の影響

Ca 塩のうちで乳酸の重合度を異にした場合どのような変化を示すかについて検討した結果は、第10表のごとくである。重合度によって著しい差は見られないが、老化防止効果を含めて総合判断を下すとき若干ながら重合度2の製品がすぐれていることがわかる。

第10表 乳酸の重合度の影響

項目	対照パン	Ca-S-L 添加パン		
		重合度2	重合度4	重合度8
パンの重量(g)	436	436	430	433
	434	436	428	436
パンの容積(cc)	1,860	2,000	2,000	2,000
	1,875	2,025	2,25	2,075
パンの点数	87.5	88.5	88.9	88.9

パンの堅さの変化 *				
24時間後 (g)	240	182	143	224
48 " (g)	348	200	270	261
72 " (g)	486	371	363	371

注： 6片のパンの平均値

4. 3 塩類の比較

つきに Ca 塩, Na 塩, NaCa 塩, 遊離酸について比較を行なった。結果は第11表のごとし。

効果的にみると, Ca 塩がもっともよいわけではな

く, 商品として操作上, 保守上すぐれているので, Ca 塩が利用されているものと考えられる。Na 塩は非常に吸湿性があり, 遊離酸は使用に不便である。しかしこれらのものはすぐれた作用をもっているので, 単体としてでなく加工原料として二次加工製品をつくれば有用と思われる。

第11表 塩類の比較

項目	対照H-S-L*Ca-S-LNa-S-L ^{Na} , Ca-S-L				
	パンの重量(g)	142	141	143	144
	142	142	141	142	140
パンの容積(cc)	680	695	700	725	715
	670	685	710	715	705

パンの堅さの変化					
24時間後 (g)	69	47	49	38	54
48 " (g)	102	77	83	67	70

注： 遊離酸の製法2種を比較したところ抽出法より, 直接法によるものが若干すぐれていることを認めたので直接法による試料を使用した。

4. 4 脂肪酸による影響

以上の試験はすべてステアリン酸のついたエステルであった。次に脂肪酸をかえてカルシウム塩を作り, それらの効果を比較検討した。その結果は第12表に示すごとくである。

第12表 脂肪酸の影響

項目	対照パン	Ca-lauryl-lactylate	Ca-palmityl-lactylate	Ca-oleyl-lactylate	Ca-stearyl-lactylate
パンの重量 g	137	139	137	139	137
	137	139	138	139	137
パンの容積 cc	680	720	720	710	720
	680	730	730	715	730
パンの採点	88.1	89.7	90.0	89.7	90.0

パンの堅さの変化					
24時間後	74	74	60	73	59
72時間後	202	185	140	148	146
96時間後	240	313	186	193	195

Thomson & Buddemeyer¹⁾ はCが16以下の脂肪酸を含むものは効果がないと述べているが, 本実験でもC12のラウリル酸を含むものは老化防止効果はなかった。しかも油臭があるので適当ではない。C16, 18の脂肪酸ではいずれもほぼ同様な効果がみられる。

4. 5 Ca-stearyl-2-lactylate の使用条件の検討
これまでの製パン試験においては, Ca-S-Lは0.5

%使用し, 中種法においては中種生地に入混した。これらが果して妥当であるか否かについて検討を加えた。

(1) Ca-S-L 添加量の影響

小麦粉に0.2%, 0.5% 添加してその効果をしらべた。その結果は第13表のごとくであり, 0.2% でも効果は現われるが, 0.5% 添加することによって極めて

顕著となる。

第13表 Ca-S-L 添加量の影響

項 目	対照パン	Ca-S-L 添加パン	
		0.2%	0.9%
パンの重量 g	142	141	142
	140	141	139
パンの容積 cc	630	640	705
	635	650	705
パンの点数	87.8	88.3	89.4
パンの堅さの変化			
24時間後(g)	73	51	46
48時間後(g)	115	102	94

ii) Ca-S-L 添加時の影響

次に中種法において、Ca-S-L を添加する時期によって差が出るか否かを検討した。その結果は第14表のごとくである。

第14表 Ca-S-L 添加時の影響 (中種法)

項 目	対照パン	Ca-S-L 添加パン	
		中種に使用	本捏に使用
パンの重量 g	425	412	412
	428	412	410
パンの容積 cc	1,955	2,225	2,185
	1,960	2,220	2,180
パンの点数	90.0	87.8	90.0
パンの堅さの変化			
24時間後(g)	62	35	37
48時間後(g)	78	44	44

考 察

1. Ca-stearyl-2-lactylate の作用機作

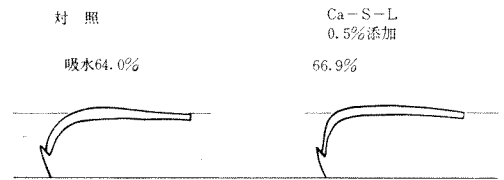
以上 Ca-S-L その他が非常にすぐれた生地改良剤であることが明らかになった。そこでこの効果がいかなる機作によるかについて検討を加えた。

1.1 生地の物理的性質に及ぼす影響

すでに Mornett and Tenney²⁾ は Ca-S-L の生地の粘弾性に及ぼす影響を Brabender の Farinograph, Extensograph を用いて検討を加えている。われわれも同様の実験を試みたが Extensograph において吸水量を変化させて詳細にしらべた。

その結果は第2図のごとく、その特性値は第15表となる。

Farinograph にかけた結果は、小麦粉の力を端的に示す VV が上昇していることより明らかのように、



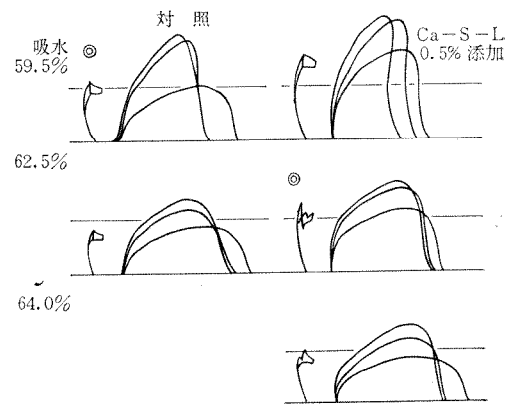
第2図 Farinogram

第15表 Farinogram の特性値

項 目	対 照	Ca-S-L 添加
吸 水 %	64.0	66.9
最適生地形成時間 min	7.9	8.1
弱 化 度 mm	8	6
VV	72	74

種々の点で改良作用がみられる。吸水が約3%もましていることは極めて顕著である。吸水が多いにも拘らず最適生地形成時間がやや長くなり、弱化度が低くなっていることは、Ca-S-L が生地の混捏耐性を高める力がかなり強いことを物語っている。

第3図、第16表は Extensograph による解析の結果である。この場合は更に効果が明らかにされている。



第3図 Extensogram

普通の Extensograph のやり方では、吸水59.5%の無添加区と吸水62.5%の Ca-S-L 添加区とを比較するのである。これによってみると、添加区では伸長抵抗が低下し、伸長後が長くなる傾向を示す。しかし同じ吸水量に対しては全く逆の傾向を示している。要するに Ca-S-L 区は吸水に対する安定性が高いことがわかる。無添加区では64.0%の吸水を行なうと、機械にかけられないほど生地が軟くなるのに、Ca-S-L 区ではなおチャートがかけ無添加区の62.5%とほぼ同様な特性値を示している。

以上の Farinograph と Extensograph による検

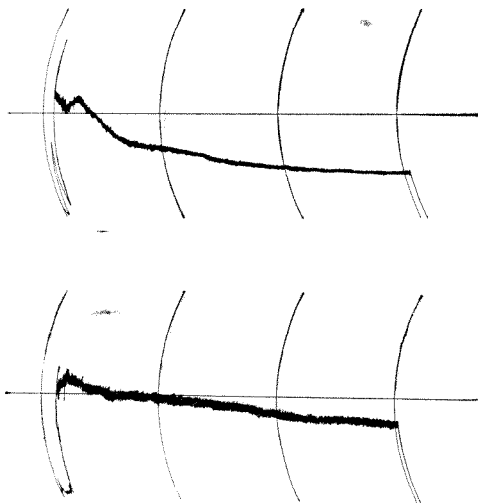
第 16 表 Extensograph の特性値

吸水量	項 目		対 照			Ca-S-L 添加		
	粘 稠 度	B. U	500			710		
	時 間		45'	90'	135'	45'	90'	135'
59.5%	伸 長 抵 抗	(R)B. U	535	905	995	820	1,100	1,140
	伸 長 度	(E)mm	195	148	151	160	142	113
	形 状 係 数	(R/E)	2.8	6.2	6.6	5.1	7.8	10.1
	面 積	(A)cm ²	145	182	181	180	191	175
62.5%	粘 稠 度	B. U	395			505		
	伸 長 抵 抗	(R)BU	465	633	700	590	790	168
	伸 長 度	(E)mm	217	190	188	183	170	168
	形 状 係 数	(R/E)	2.2	3.4	3.8	3.2	4.6	5.1
	面 積	(A)cm ²	132	156	169	145	170	178
64.0%	粘 稠 度	B. U	—			430		
	伸 長 抵 抗	(R)B. U	—	—	—	395	625	750
	伸 長 度	(E)mm	—	—	—	224	176	174
	形 状 係 数	(R/E)	—	—	—	1.8	3.6	4.3
	面 積	(A)cm ²	—	—	—	112	143	166

討によって次のことが認められる。すなわち、Ca-S-L は吸水量を増大すること。この吸水量の多い状態でも生地の混捏耐性をますこと、なお時間的経過において生地の拡張力を低下、伸長度をますことなどである。

i) グルテンに対する影響

以上の現象は主にグルテンに対する挙動から生ずるものと思われるので、モデル実験としてグルテンに Ca-S-L を加えて Farinograph にかけたという第 4 図に示すごとく、非常に顕著な作用を示した。グルテンは粘弾性が著しく改良されることが認められた。



第 4 図 Farinograph (グルテンの場合)

このグルテンへの挙動について、Tompson ら³⁾ は Ca-S-L はグルテンとコロイド的に結合し、これによってグルテンが変化するのであると述べ、Marnett らはグルテンに混合して焼いたパンから溶剤抽出法によって Ca-S-L を回収することができないことを認めそれほど強固な複合体を形成するものと考えている。そして stearyl lactic acid のアニオン部分が塩基性性質を有するグルテンとコロイド結合をなすものと想定している。

なお経時的に生地伸長が増大することについては乳酸塩の影響によるものと考えられる。すなわち、Arnold⁴⁾ が述べているごとく、乳酸塩は一般に蛋白質に対して強力な軟化作用をもつことが知られている。このため Ca-S-L は単なるプロム酸塩のような酸化剤と異なる複雑な挙動を示すものと思われる。

ii) 澱粉に対する影響

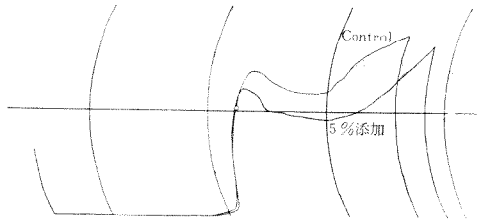
まず小麦粉に Ca-S-L を添加して Amylograph にかけると第 17 表となる。

第 17 表 Amylogram の特性値 (小麦粉使用)

項 目	対 照	Ca-S-L 添加
糊化開始温度 °C	61.0	59.5
最高粘度 BU	340	285
そのときの温度 °C	93+2.5	93+6.0

最高粘度が著しく低下することが認められる。そこでこの点を更に詳しくしらべるため、小麦澱粉そのも

のに Ca-S-L を比較的多量添加してその影響をみた。その結果は第5図、第18表のごとくである。



第5図 Amylogram (小麦澱粉)

第18表 Amylogram の特性値 (小麦澱粉使用)

項 目	対 照	Ca-S-L 添加
糊化開始温度 C°	81°	81.5°
最高粘度 BU	690	600
そのときの温度 C°	93+3°	93+1°

以上によって小麦粉の Amylograph に対する影響は、澱粉それ自身に対するものであることが認められる。

なお92°Cにおいてそれぞれの澱粉糊をとり、遠心分離を行なって離水率を求めたところ、無添加の場合には離水率が皆無であるのに Ca-S-L 添加区では13%の離水率を示した。このことはmonoglycerideやsugar ester のように澱粉の膨潤を阻害するためと思われる。

要 約

パンの新しい生地改良剤として登場した Ca-stearyl lactylate について、その性質、製パン適性、効果機作について検討を加えた。

この乳化剤は生地の混捏耐性をますばかりでなく、製品パンの容積やすだち、触感などを向上させ、またパンの老化防止効果を有することが明らかになった。

C-S-Lは一般の非イオン性界面活性剤と異なり、澱粉のみではなく、蛋白質にも作用を示す。澱粉の膨潤を阻害することより界面活性剤と同じような機構により老化防止を行なうことと思われる。また一方ではグルテンと強く結合してグルテンの性質を変化させ、混捏耐性を向上させるものと考えられる。

終りに本実験に御協力頂きました安永技官に感謝いたします。

文 献

- 1) Thompson, J. B. and Buddemeyer, B. D.: *Cereal Chem.*, **31**, 296 (1954)
- 2) Marnett, L. F. and Tenney, R. J.: *Baker's Digest* **35**, (6), 52 (1961)
- 3) Thompson, J. B. and Buddemeyer, B. D.: *Cereal Chem.* **32**, 493 (1961)
- 4) Arnold, M. H.: *Food Manufacture*, **38**, 432 (1963)

Effect of Calcium Stearyl Lactylate on Bread Making.

Yoshiko KOYANAGI and Tomotaro SATO

The properties, influence in baking and the mechanism of dough improving action of Calcium-stearyl-lactylate (Ca-S-L), a newly permitted dough conditioner, were studied. The results were summarized as follows.

1. The addition of Ca-S-L brought 1-2% increase of water absorption of dough without any affection on machining qualities.

2. The stability of dough during mixing process and the mixing tolerance were impr-

oved by the addition of Ca-S-L. These effect seemed to depend on the improvement of gluten structure.

3. Ca-S-L extended the extensibility of gluten in Extensogram and improved the important qualities of bread such as volume, texture, grain and tenderness.

4. Ca-S-L retarded the staling of bread remarkably and this effect seemed to be caused by the prevention of starch retrogradation.