

JIBはみだし授業

日本パン技術研究所教育コースの興味深いテーマを解説します。

製パンにおける ビタミンCの 働きとは…?



一般社団法人日本パン技術研究所 佐藤 淳

今回は製パン性とビタミンCの関係についてお話したいと思います。皆さんは多くのパンの原材料表示にビタミンCと記載されているのをご存知でしょうか？実は一部の欧風パンのような事例を除いて、ほとんどの製パンにおいてビタミンCは必要な原料として利用されています。パンへの利用についてお話する前にビタミンCのパン以外での食品への利用例を2つ挙げます。

1つはビタミンCそのものの摂取を目的とするものです。飲料、菓子製品のパッケージには「ビタミンC1000mg 配合」「1日分のビタミンC」などの表示が見られます。また、サプリメントとしても使用されています。これは我々が活動する上で必須な成分でありながら、我々の体内で合成できないため、体外から摂取するという理由です。さらにビタミンCは皮膚、靭帯、骨などを構成するたんぱく質であるコラーゲンの合成にも関与しています。ビタミンCが不足すると、コラーゲンを合成できなくなり、体内の各器官で出血が生じる壊血病（かいけつびょう）を発症してしまいます。また、鉄分やカルシウムなどのミネラルの吸収促進、傷の治癒にも効果があると言われています。このため、厚生労働省は成人1日当たりの摂取量100mgを推奨しています。

2つ目はビタミンCの酸化防止剤としての働きを目的とするものです。飲料、果実缶詰などの裏面表示にビタミンCと書かれているものがあります。これは変色、変味防止として使用されています。食品成分の中には酸素と反応することで、変質、劣化してしまうものがあります。ビタミンCは酸素との反応性が非常に高いため、身代わりとなって酸素と反応

し、食品成分の変質、劣化を防いでくれるのです。

製パンにおけるビタミンCの利用は上述した2つの目的ではなく、製パン性や品質向上を目的とするものです。これはビタミンCが製パン工程中に生地弾性を高める働きをするためです。昔から柑橘類の果汁を加えてパン生地を作ると品質の良いパンができることが知られていたそうです。そして1938年にビタミンCが製パン性向上に寄与していると証明され、その反応機構はある程度解明されています。ビタミンCが空気中の酸素との接触（ビタミンC溶液の状態において）、またはミキシング中にとりこまれる酸素により酸化され、酸化型ビタミンC（デヒドロ-アスコルビン酸）となり、この酸化型ビタミンCが間接的な反応の末、グルテンの結合を進める、または小麦粉中の生地を緩める還元剤物質の作用を抑えることで生地弾性が高まります。従って、ビタミンCは酸化型ビタミンCの状態となっているミキシング中からフロアタイム初期という製パンにおいては比較的早い段階に効果を発揮します。そのため、速効性（即効性）の酸化剤と言われています。今現在、日本のパン業界ではこのビタミンCが唯一、幅広く生地酸化剤として使用されているのです。その効果は後述の試験結果でお見せします。

このビタミンCは信じられない程微量で製パンに機能を発揮します。その配合量は製品、製法によって異なりますが、例えば3時間発酵をとるストレート法フランスパンの場合はおよそ6~12ppm、ノータイム法食パンではおよそ40ppmです。また、同一の製品で同等のパン容積を得ようとするのであれば、

ビタミンCの配合量は、発酵時間が長くなる（生地膨張の程度が大きくなる）ことに反比例して少なくなる傾向があります。

ここでビタミンC配合量に使用した「ppm」について触れます。製パンの配合においては小麦粉を100%とするベーカース%が用いられます。しかし、レシピの中でイーストフードや生地改良剤を使用せずに単独でビタミンCを使用する場合、使用量が極少量となるため、単位は「ppm」で記述されます。「ppm」とはパーツパーミリオン (parts per million) の略語であり、1ppmとは100万分の1という割合を示します。この場合の使用量は小麦粉量に対して100万分の1となります。つまり、小麦粉1kg配合において1ppmとは、1kg=1,000g=1,000,000mg (100万mg)の100万分の1であるため、1mgとなります。同様に、小麦粉5kgの10ppmでは50mg=0.05gとなります。このようにビタミンCの配合量はあまりに微量であるため、通常計量する秤でビタミンCを直接計量することは非常に困難です。そのため、製パンにおいては事前に希釈して配合されます。比較的多い事例としては、水で1%に希釈したビタミンCを用います。小麦粉5kgに対してビタミンCを10ppm添加する場合、1%ビタミンC水溶液を5g (ビタミンC=0.05g) 添加することで10ppmとなります。しかし、このようにビタミンC水溶液として添加する場合は比較的稀なケースで、一般的にビタミンCは製パン用生地改良剤に含まれています。生地改良剤の成分にL-アスコルビン酸と書かれているものがビタミンCです(ビタミンCの化学名がL-アスコルビン酸)。もし、成分表にL-アスコルビン酸0.6%と書かれていれば、その生地改良剤を0.1%添加す



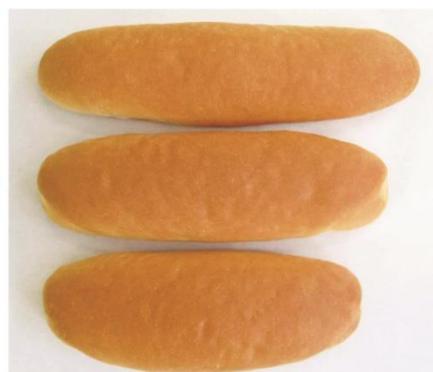
■写真1 モルダー通過後の生地長さ(上①、中②、下③)

ることで、ビタミンCを6ppm添加したことになります。

実際にビタミンCが生地状態、製品にどのような影響を与えるのかを示します。試験では菓子パン生地(小麦粉100%、砂糖20%、食塩1%、ショートニング10%、生イースト3.5%、水60%)を加糖中種法で仕込みました。この配合にビタミンC添加量を3条件で変え、各試験区の条件でビタミンCを添加し生地並びに製品品質を比較します。

実験区①添加無し、②20ppm添加、③60ppm添加。基準とする各工程は、中種ミキシングL4M2(縦型10Qミキサー使用)、中種捏上温度26℃、中種発酵時間2.5時間、本捏ミキシングL4M3↓(油脂)M3H1、本捏捏上温度27℃、フロアタイム30分、分割重量60g、ベンチタイム20分成形はモルダー使用のロールパン、ホイロ時間60分、焼成215℃8分です。

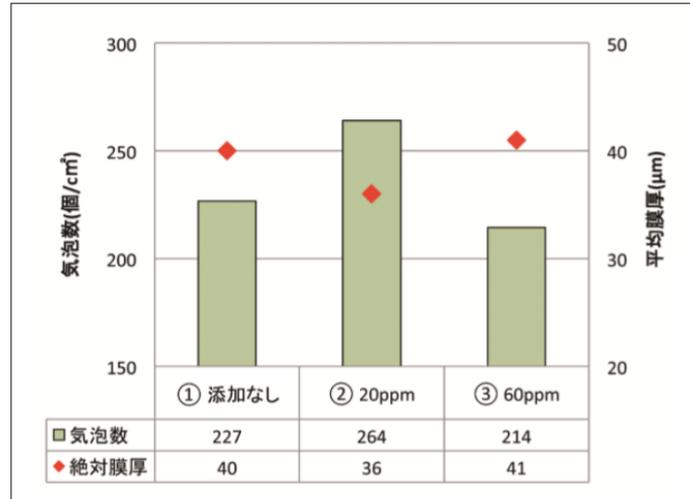
まずは生地状態を比較します。本捏混捏時間では①がやや早く捏ね上がりましたが、②、③に大差はありませんでした。分割・丸め時で①はややべたつきがあり、縮まりにくく、添加量の多いほどべたつきが減り、縮まりやすくなりました。成形は同一のモルダー設定で行いました。モルダー成形後の長さを測定したところ、①19.5cm、②16.5cm、③15.5cm(各5つ平均)と、添加量の多い方が長さは短くなりました(写真1)。これはビタミンC添加により生地の弾性が高まり、生地の伸展性が低くなったことを示しています。ホイロ終了時の生地状態は、①は高さがなく、ややだれた状態でしたが、添加量の多い方がより張りとう高さがありました。



■写真2 外観写真(上①、中②、下③)



■写真 3 内相写真 (左①、中②、右③)



■図 1 気泡数と膜厚

■表 1 製品比較

実験区	① 添加なし	② 20ppm	③ 60ppm
比容積 (cc/g)	5.8	6.6	6.3
形状 長さ (cm)	22	20	19
高さ	②よりやや低い	基準	②よりやや高い
内相色	やや暗い	白い	①と②の間
食感	弱い、歯につく 口溶け悪い	柔らかい 口溶けよい	かみ応え強い

※比容積、形状は各5つ平均

次に製品を比較します。写真2は外観写真で上から①、②、③です。添加量が多いほど、長さが短くなり、横幅が広がっていることがわかります。また、底面を見ると、①は平らで角は角張っており、③は逆に角に丸みがありました。写真3は内相写真で左から①、②、③です。断面に見える気泡の大きさを比較すると、②は細かいのに対して、①、③は、やや粗く見えます。この断面の単位面積当たりの気泡数、膜厚の測定結果を図1に示します。この結果からも内相写真での見え方と同様に、②の気泡数が多く、膜厚は薄い結果となりました。表1に比容積、形状、内相色、食感の比較を示します。比容積は②が最も大きくなりました。食感において①は弱く、くちやくちやといつまでも口の中に残りました。一方、③はか

み応えが強かったです。これは、生地弾性がそのまま食感にまで影響を与えていると言えます。これらの結果より、①は未熟、②は適熟、③は過熟傾向の生地状態、製品であると言えます。

よって、ビタミンCを加えることで生地状態、製品品質は向上することがわかります。ただし、③のように加えすぎると生地は過熟になり適正を逸脱してしまいます。よって適正な添加量があります。

しかし、必ずしも全ての製パンにおいてビタミンCが必要なわけではありません。これは手分割手丸め主体で、比較的素朴な製品であったり、直焼き製品を作る場合です。この場合、このビタミンCによる生地弾性向上を工程中に補えばよいのです。

例えば、発酵時間を延ばす、パンチや丸め、成形の強さを強くすることで、生地弾性を高めることができます。また、発酵種製パンにおいては、この傾向には従わずに配合量は少なくてもよいことが、一般的なパンのレシピより伺い知ることができます。8月に当研究所で行われた海外製パンセミナーでは講師としてスイスからオリビエ・ホフマン氏に来て頂きました。ホフマン氏のレシピはどれもビタミンCは添加されていません。ホフマン氏にこの理由を伺うと、発酵種中の酸が生地の弾性を高める働きをするからと答えられました。ホフマン氏はほぼすべての生地にリキッド状の発酵種を使用しており、使用時の発酵種のpHは4.0でした。発酵種がビタミンCの働きも兼ねているのです。

しかし、北米の外麦を使用し、グルテンの力で大きく窯伸びさせたり、生地にダメージを与えるような機械製パンにおいては、ビタミンCを使用の方がより品質の高い製品を安定して作るすることができます。

言い換えると、大量に安定的な製パンを行うには乳化剤やイーストフードは不使用であっても、ビタミンCは唯一の弾性化に寄与する原料であるため、配合した方が望ましいのです。逆に、ビタミンCが使用されないという事は弾性化が図られ難くなるため、生地の伸展性や流動性が過剰にならないようにしなければなりません。具体的には、ミキシングを抑える、加水量を少なめにするという対応ですが、これらを抑制する事で製品のソフト感は劣ってきてしまいます。従って、ビタミンCの機能によって、生地は一層ガス保持力が高まり、「ふんわり・しっとり・ソフト」という日本人好みの品質を得やすくなっているのです。

参考文献

田中康夫、松本 博:『製パン材料の科学』光琳
田中康夫、松本 博:『製パンプロセスの科学』光琳
『製パン原料』一般社団法人日本パン技術研究所