



『飼料原料により ペレット化への影響は異なる』

引用：ボレガード社技術資料 翻訳：坂恒豊氏

デンプンはタンパク質とともに飼料に使用する主成分の一つである。しかし、様々な給源由来のデンプンは、栄養的視点からのみならず技術的観点からも考慮が必要となる幅広い機能特性を示す。

デンプンの構造と機能

デンプンは、グルコース鎖で構成される多糖類である。デンプン分子は、二つの分子構造（アミロースで知られる直線状構造、アミロペクチンで知られる分枝状構造）の内一つを有する。アミロースとアミロペクチンは水素結合を通じて結びつき、それぞれを放射状に重ねて配列し顆粒を形成する。デンプンは、そのソースによって次のように異なる。

顆粒サイズと形状

デンプンの顆粒は3ミクロンから100ミクロン以上まで多岐にわたる。例えば、小麦デンプンは大小サイズ両者の顆粒分布を示すが、一方でトウモロコシデンプンはどちらかと言えば大きめサイズの顆粒の狭い分布を有する。

アミロース：アミロペクチン比

全てのデンプンは、アミロースとアミロペクチンの様々な割合でできている。その割合は、デンプンのタイプのみならず、あるタイプの多くの植物種でも異なる。ロウ分を含むデンプンは僅か10%のアミロースしか含まない。一般的な小麦やトウモロコシのデンプンは25-28%のアミロース及び72-75%のアミロペクチンを含み、この特定パラメーターに大きな差はない。

デンプンにも存在するその他の変動

一般に、大部分の前述の変動は、脂質がタンパク質といった（或いはそれらに近い）顆粒中の非デンプン成分の存在で構成されている。それらの成分は、たとえ低濃度でも、糊化に非常に影響する。

トウモロコシ

4種類のトウモロコシデンプンが存在する。一般のトウモロコシデンプンは25%のアミロースを有するが、ロウ分の多いトウモロコシ（waxy maize）はほぼ完全にアミロペクチンでできている。残りの2種類のトウモロコシデンプンは高アミローストウモロコシデンプンで、一つはアミロースを55%含み、もう一つは70-75%含んでいる。顆粒サイズは15ミクロンと20ミクロンの間の範囲にあり相当狭い分布になっている。

ジャガイモ

ジャガイモデンプンは約20%のアミロースを有する。その顆粒のサイズ範囲は15から75ミクロンで、かなり広い分布を示す。

コメ

一般的なコメデンプンは約20:80のアミロース：アミロペクチン比を有するが、ロウ分の多いコメ（waxy rice）デンプンは約2%しかアミロースを含まない。両種とも3から8ミクロンと顆粒サイズは小さい。

タピオカ

タピオカデンプンは15%から18%のアミロースを有する。タピオカ顆粒はなめらかで、5から25ミクロンのサイズ範囲（広い分布）で不規則な球形をしている。

小麦

小麦デンプンは25%前後のアミロースを有する。その顆粒サイズは2～15ミクロンである。



ペレット化におけるデンプンの特徴付け

デンプンの専門家たちは、デンプンの構造と組成がパフォーマンスに影響することに例外なく同意する。しかしながら、必ずしも直接相関は明らかではなく、我々はデンプンソースの主な違いを説明するためにそれぞれの特徴の違いを考慮すべきである。

構造と組成がパフォーマンスにどのように影響するかについて現在知られていることのレビューは以下の通りである。しかし、先ずはペレット化中にデンプン糊化で生じることの簡単なレビューを示す。

デンプンがコンディショナーに入ると、デンプン顆粒が十分水和されるまで水が外部から内部に浸透していく。一旦水和されると、アミロースとアミロペクチン間の水素結合は強固に維持され、その中心部から膨潤し始める。一旦糊化されると、膨潤した顆粒は増粘し、良好なペレットを作り出す。糊化プロセスが適切にコントロールできていない場合には、ダイを詰まらせる原因となる。

顆粒サイズと構造

大きいデンプン顆粒は高い粘度を作り出す傾向があるが、顆粒の物理的サイズがせん断応力に及ぼす影響もあるので、粘度の調整は難しい。粘度をもたらすことはペレット化において悪いことではなく、追加的な結合能力をもたらすという、デンプンベースの原料に一般的に期待される効果がある。顆粒サイズにおいては、特にその分布が糊化に影響する。例えば、小麦デンプンは大小顆粒が2つのピークを持つ分布を示し、コンディショナー内の熱と水分に応じて顆粒サイズごとに異なるタイミングで糊化するため、冗長な糊化コントロールを可能にする。トウモロコシデンプンは大きめの顆粒サイズで狭い分布を有し、糊化が一斉に起こり、時にはダイの目詰まりを引き起こす原因となる。

温度

糊化温度は、原料によって異なる（以下参照）。小麦が一番早く糊化するデンプンで、それ故扱いやすいペレットバインダーとなっている。大麦デンプンもまた非常にペレット化しやすい。しかしながら、トウモロコシデンプンだけが70から75℃で糊化し始め、その段階で他の重合（脂質とタンパクの項参照）が生じるリスクがある

デンプン	糊化温度（℃）
トウモロコシ	70 – 75
コウリヤン	70 – 75
米	68 – 75
小麦	52 – 54
大麦	61 – 62
ジャガイモ	56 – 69

脂質

脂質は顆粒の膨潤を阻害することで知られている。トウモロコシは小麦の約2倍の脂質を含み、小麦デンプンがトウモロコシと比較して糊化しやすい要因の一つと言える。

タンパク質

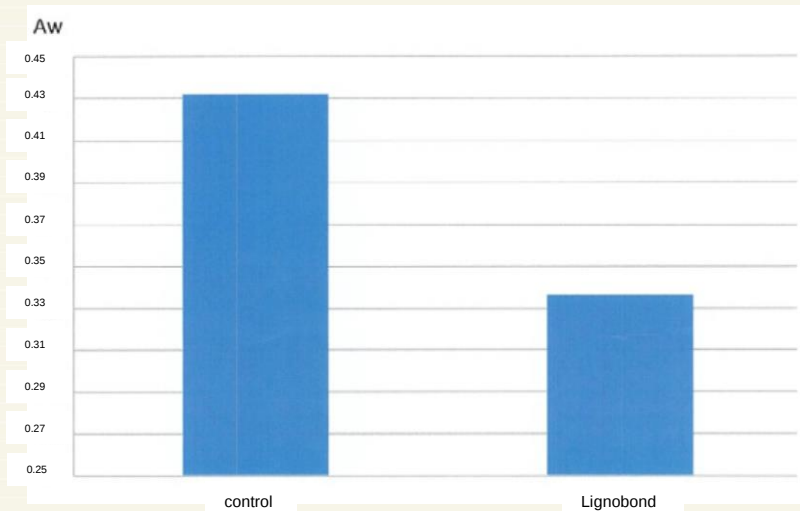
糊化反応中にタンパク質がデンプン顆粒に近くに存在すると、タンパク質はデンプン顆粒表面と結合（重合）する可能性がある。これによって、タンパクデンプン重合体が形成され、飼料の粘度を高める。これは飼料配合設計でタンパク質とデンプンを多く含んでいるコーングルテンミール用いた場合に当てはまる。タンパク質とデンプンは糊化の間に再結合し塊状となり、ダイでの目詰まりを引き起こす。

LignoBondの使用が糊化問題の解決にどのように役立つのか

リグニンスルホン酸は界面活性剤として広く知られている。これらのポリフェノール性の高分子は水と結合する重要な機能を有し、それによって水分活性を下げる。

リグニンベースのペレットリング補助剤の有無と飼料ペレットの水分活性

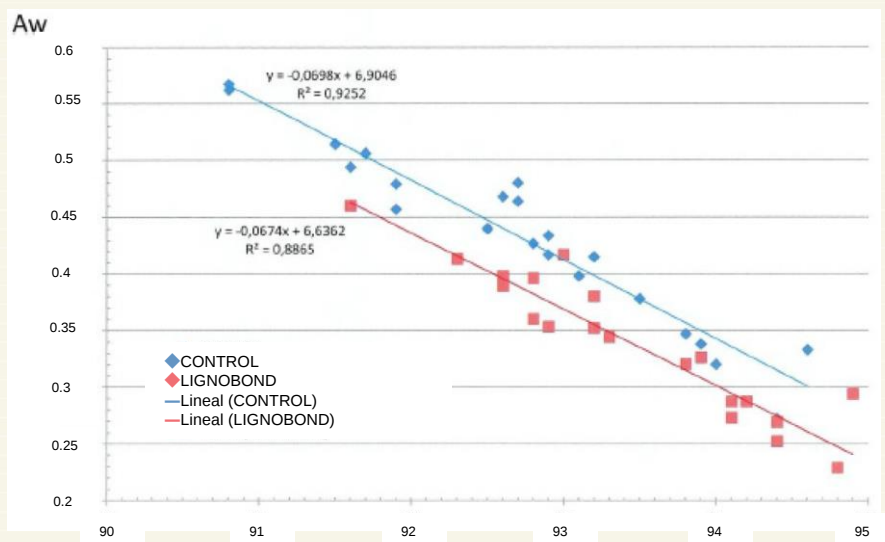
図1：リグニンスルホン酸塩無し（コントロール）とリグニンベースのバインダー（LignoBond）1%含有ペレット飼料の水分活性－水分含量は両者とも13%



同じ水分含量で、飼料中LignoBond1%を用いると水分活性は22%減少した。

水分活性 VS 乾物

図2：水分活性（Aw） vs 乾物（DM）－LignoBond（1%）の効果



LignoBond1%使用は以下に役立つことが分かる：

- ・オプションA：一定の水分活性で水分含量を増加
- ・オプションB：一定の水分含量で水分活性を減少

LignoBondの特性は、デンプンの糊化に大いに役立つということにある。コンディショナー内で自由水を捕まえ結合水に変換することにより、LignoBondは熱と水分をスムーズかつ効率的にデンプン顆粒に取り込ませる。LignoBondは45℃前後で水分を吸収し始め、徐々にデンプンの糊化を進行させる。LignoBondは、水分吸収の調整機能としてはたらき、デンプン顆粒が蒸気を吸収し始めることができる温度帯を広げている。

補足として、チャレンジ的な配合設計（コーングルテンが多い配合、小麦含まずトウモロコシのみ配合）の場合、LignoBondの使い方によってはダイでの目詰まりを克服するのに十分な塑性をもたらさない場合もある。その場合、解決策は水分吸収効果とダイの良好な潤滑を組み合わせることで、飼料の通過を容易にしてくれる。また、そのような難題に対応する製品としてはPelITechという製品がある。

結論

飼料のペレティングは、飼料原料にデンプンの糊化などの物理的・化学的变化を引き起こす。デンプンの糊化は、ペレティング改善にとっておそらく3つの重要で効果的な原動力の一つであろう（蒸気管理、圧縮率や摩擦とともに）

本稿の目的は様々な原料由来のデンプンの異なる性質の概要を示すことにあった。加えて、デンプンに関する情報（原料のタイプ、収穫時期、どのように貯蔵処理されたか）が飼料工場内で非常に頻繁に伝えられているべきであり、例えば、設計担当者、製造マネージャー、機械操作者の間での情報共有化が重要となり、原料の配合変更に応じ加工パラメーターを調整するために重要である。

我々は、配合A「家禽用飼料」はいつも65℃で調整されねばならないと見なすことは出来ない。これは飼料組成が極めて安定していた15年前にはあり得たであろう。しかしながら、今日ペレット飼料製造には、最適な費用対効果を実現するために、継続的な配合設計調整が求められている。そのため、ペレット加工の管理では、素早い配合設計変更を反映するために蒸気圧、コンディショニング温度やバインダー使用量の定期的な調整も求められる。

