

学位論文題名

北海道における低アミロ小麦の発生とその要因に関する研究

学位論文内容の要旨

低アミロ小麦は子実中に含まれる α -アミラーゼによってデンプンが分解され、アミロ値（アミログラム最高粘度）が大きく低下したもので、うどんやパンへの加工適性が劣るため品質上の大きな問題となっている。低アミロ小麦は気象および品種的に北海道で多く発生するとされているが、その発生要因については十分解明されていなかった。

本研究は低アミロ小麦の発生防止を目的に、北海道内における低アミロ小麦の発生実態を調査し、発生パターンを類型化するとともに、発生に及ぼす各種要因を解析した。さらに、低アミロ耐性母材を検索し、耐性品種を選抜するための検定法を提案した。また、栽培法および収穫法による低アミロ小麦の発生軽減策も検討した。

1. 低アミロ小麦の発生実態および要因

これまで、低アミロ小麦の発生に関する全道的な調査事例はなかった。そこで、1989～1991年にチホクコムギを対象に、全道的な低アミロ小麦の発生実態調査を行った。その結果、1989年と1990年は発生が少なかったが、1991年は発生率が39.0%に達した。特に十勝、網走の道東地方で多く、石狩、上川、空知支庁の道央地方で少なかった。

低アミロ小麦の発生パターンを明らかにするために成熟期前後の α -アミラーゼ活性の推移を検討した結果、活性の推移は気象条件および品種により変動するがおよそ次の3つに類型化できた。パターン1：成熟期前は胚乳部で低pIのグリーン α -アミラーゼ（Amy-2）が高活性を示すが、成熟期には低下し、その後も低く維持される。この場合、低アミロ小麦は発生しない。パターン2：成熟期以降に降雨に遭うと休眠が打破され穂発芽が発生するとともに、主として胚部で高pIのモルト α -アミラーゼ（Amy-1）が発現する（Post-maturity sprouting α -amylase：PoMS）。穂発芽により低アミロ小麦が発生する一般的によく観察されるパターンで、これには成熟期以降の気象条件と品種の穂発芽耐性が大きく影響する。パターン3：成熟期前後に α -アミラーゼ活性が高く維持され低アミロ小麦となるもので、海外では認められているが、北海道でこれまで確認されていなかった。このパターンの α -アミラーゼの発現要因として、以下の3つの可能性が示唆された。(a)成熟期前にもかかわらず休眠が打破されてAmy-1が高活性を示す場合（Pre-maturity sprouting α -amylase：PrMS）。(b)Lancerなどにおいて発芽に由来しないAmy-1が発現する場合（Pre-maturity α -amylase：PMAA），(c)登熟後期に高活性のグリーン α -アミラーゼ（Amy-2）が残存する場合（Retention of pericarp α -amylase：RPA）である。

2. 低アミロ耐性の検定法と品種評価

北海道においては気象条件および品種により成熟期で高 α -アミラーゼ活性を示すことが確認された。また、成熟期の α -アミラーゼ活性と成熟期以降の穂発芽耐性とは必ずしも一致しないことから、両者は異なる形質と判断された。これまで育種における検定では成熟期以降の穂発芽耐性に主眼が置かれてきたが、この方法では成熟期で高 α -アミラーゼ活性を示す系統も選抜される危険性が高い。本研究では、低アミロ耐性品種の開発のためには、成熟期の α -アミラーゼ活性が重要な選抜指標であることを指摘するとともに、その検定法を提案した。成熟期の α -アミラーゼ活性の検定法として最も信頼性および再現性が高いのが、人工気象室を用いた気象処理試験である。また、成熟期前の気象条件が低温高湿傾向である十勝農試における圃場での検定も活用できる。ただし、年次間差が大きいので、複数年の検討が必要である。

この2つの形質について、現状の秋播小麦品種の低アミロ耐性を評価すると、主要な秋播小麦品種の中で低アミロ耐性が弱いのはチホクコムギで、ホロシリコムギやホクシンはこれよりやや耐性が高かった。ただし、ホロシリコムギについては穂中子実の吸水速度が遅いことが穂発芽耐性に大きく寄与していることが示された。最も低アミロ耐性の高い品種は北系1354であった。現在育成中の北見72号は北系1354を片親にもち、低アミロ耐性も北系1354に準じている。Satantaもこれに準ずる耐性を持つ。Lancerの穂発芽耐性はホロシリコムギ、ホクシンより明らかに高かったが、前述のように成熟期で高い α -アミラーゼ活性を示したため、低アミロ耐性は低いと評価され、交配母材として利用するには不適である。

春播小麦の中で、ハルユタカは穂発芽耐性が低いためにPrMSを示すことが明らかとなった。耐性が高いと思われるのは北系春617で、春のあけぼの、ゼンコウジコムギ、OS21-5もそれに準じていた。これら春播小麦の低アミロ耐性は、北系1354と同等かそれより高い可能性が示唆された。したがって、今後これらの遺伝資源を導入することにより秋播小麦の低アミロ耐性の向上が期待される。

3. 栽培法や収穫法の改善による低アミロ小麦の発生軽減

栽培法の改善による低アミロ小麦の発生軽減策として最も重要なのが収穫時期であることを明らかにした。収穫時期が遅れるほど休眠が低下するとともに降雨に遭う頻度が高まるため、穂発芽し易くなり、低アミロ化する危険性が高まると判断された。したがって、適期収穫が重要である。また、気象条件から低アミロ小麦の発生を予測し、それにより収穫順序を組み立て、効率的に収穫機や乾燥施設を運用することが有効である。倒伏した小麦は子実水分が全般に高く維持されるために、穂発芽して低アミロ化する危険性が高い。したがって、適切な施肥法および播種量により倒伏を回避することが重要である。

低アミロ小麦が発生した場合、正常な小麦と混合すると、 α -アミラーゼにより正常な小麦のデンプンも分解されることから、受け入れ段階で低アミロ小麦を仕分けし、正常な小麦と区分して乾燥、流通させることが重要である。このためには簡易かつ迅速に低アミロ値を検定する必要がある。これには本研究で開発されたオートアナライザーによる α -アミラーゼ活性測定法が適用可能となる。今後、本法により生産物の低アミロ検定が行われ、仕分け収穫、乾燥が実用化されれば、実需者の望む高アミロ小麦の流通が可能となり、道産小麦に対する需要の維持、拡大に寄与できる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 松 井 博 和
副 査 教 授 本 間 守
副 査 教 授 千 葉 誠 哉
副 査 助 教 授 大 崎 満

学位論文題名

北海道における低アミロ小麦の発生とその要因に関する研究

本論文は、図41、表23、引用文献104を含み、7章からなる総頁150の和文論文である。別に参考論文10編が添えられている。

低アミロ小麦は子実中に含まれる α -アミラーゼによってでん粉が分解されるため、アミログラム最高粘度（アミロ値）が大きく低下したもので、うどんやパンへの加工適性が劣るため品質上の大きな問題となっている。低アミロ小麦は気象および品種的に北海道で多く発生するとされているが、その発生要因については十分解明されていなかった。

本研究は低アミロ小麦の発生防止を目的に、北海道内における低アミロ小麦の発生要因を解析した。さらに、低アミロ耐性母材を検索するとともに、耐性品種を選抜するための検定法を提案した。また、栽培・収穫法改善による低アミロ小麦の発生軽減策も検討した。得られた結果の概要は以下の通りである。

1. 北海道における低アミロ小麦の発生要因

低アミロ小麦は道内ではおよそ3年に一度発生し、特に道東地方で多かった。低アミロ小麦の原因である α -アミラーゼ活性の推移は以下の3つに類型化された。パターン1：成熟期前は胚乳部で低pIの α -アミラーゼ（Amy-2）が高活性を示すが、成熟期にはほぼ低下する。気象条件が良好であればその後も低く維持され、低アミロ小麦は発生しない。パターン2：成熟期以降に降雨に遭うと休眠が打破され、穂発芽とともに胚部で高pIの α -アミラーゼ（Amy-1）が発現する。穂発芽により低アミロ小麦が発生する例（Post-maturity sprouting α -amylase：PoMS）で、気象条件と品種の穂発芽耐性が大きく影響する。パターン3：成熟期前後に α -アミラーゼ活性が高く維持され低アミロ小麦となるもので、海外では認められているが、北海道でこれまで確認されていなかった。このパターンはさらに3つのタイプに細分される。(a) 成熟期前でも休眠が打破されてAmy-

1が発現する (Pre-maturity sprouting α -amylase : PrMS) . (b) Lancerなどにおいて発芽に由来しないAmy-1が発現する (Pre-maturity α -amylase : PMAA) , (c) 登熟期に発現していたAmy-2が残存する (Retention of pericarp α -amylase : RPA), である.

2. 低アミロ耐性の検定法と品種評価

北海道においては気象条件および品種により成熟期で高 α -アミラーゼ活性を示すことが示された. したがって, 低アミロ耐性品種の開発のためには, 成熟期以降の穂発芽耐性ととも、成熟期の α -アミラーゼ活性が重要な検定指標である.

秋播小麦の低アミロ耐性を評価すると, 耐性が弱いのはチホクコムギで, ホロシリコムギやホクシンはこれよりやや耐性が高い. 最も高耐性の品種は北系1354である. 春播小麦の中でハルユタカは耐性が低かったが, 北系春617, 春のあけぼの, ゼンコウジコムギ, OS21-5は耐性が高く, 北系1354と同等かそれ以上であった. したがって, これら春播小麦の遺伝資源を導入することにより秋播小麦の耐性向上が可能となる.

3. 栽培・収穫法改善による低アミロ小麦の発生軽減

収穫時期が遅れるほど休眠が低下するとともに降雨に当たる頻度が高まるため, 穂発芽し易くなり低アミロ化する危険性が高まる. したがって, 適期収穫が重要である. 倒伏した小麦は子実水分が全般に高く維持され, 穂発芽して低アミロ化することが多いため, 適切な施肥法および播種量による倒伏防止が重要である.

低アミロ小麦が発生した場合, 正常な小麦と混合すると, α -アミラーゼにより正常な小麦のでん粉も分解されてしまう. したがって, 受け入れ段階で低アミロ小麦を仕分けし, 正常な小麦と区分して乾燥, 流通させることが重要である. このためには小麦受け入れ施設で簡易迅速に低アミロ値を検定する必要がある. これには本研究で開発されたオートアナライザーによる α -アミラーゼ活性測定法が適用可能である. これにより, 実需者の望む高アミロ小麦の流通が可能となり, 道産小麦に対する需要の維持, 拡大に寄与できる.

以上のように本研究は, 北海道における低アミロ小麦の発生要因を解明するとともに, 効率的に品種改良を進めるための検定法を示し, 品種間差を明らかにした. さらに, 栽培・収穫法改善による低アミロ小麦の発生軽減策を提示した. このことは学術的にも, 品種開発や栽培技術向上にも貢献しており, 道産小麦の品質向上に寄与するものである.

よって審査員一同は, 中津智史が博士(農学)の学位を受けるに十分な資格を有すると認めた.