



Canadian Grain Commission
Commission canadienne
des grains

Rapport de projet Sommaire

Prévision de l'énergie de germination de l'orge brassicole durant un entreposage à long terme

par

Marta S. Izydorczyk

Laboratoire de recherches sur les grains, 1404–303 Main Street
Winnipeg, (Man.) R3C 3G8

Rapport final d'un projet de deux ans, réalisé entre le 1^{er} septembre 2002 et le 31 octobre 2004

AQT Inc., Agricore United, la Commission canadienne des grains, la Commission canadienne du blé et le Saskatchewan Wheat Pool ont financé ce projet. Les auteurs ont utilisé les meilleures données disponibles au mieux de leurs connaissances. En conséquence, ni les bailleurs de fonds ni les auteurs ne peuvent être tenus responsables de toute perte, dommage ou blessure corporelle encourus directement ou indirectement en relation avec le présent rapport ou avec la recherche sur laquelle il est basé.

Canada

1. Évaluation de diverses techniques instrumentales pour la détection et la mesure du degré de prégermination de l'orge

En l'absence de dormance, les variétés d'orge brassicole canadiennes ont tendance à prégermer au champ dans des conditions d'humidité prolongées lors de la récolte. Bien qu'une inspection visuelle de l'orge effectuée durant les processus de sélection puisse permettre de déceler les grains dont la germination est avancée, elle ne permet pas de déceler un début de germination. Le test de détermination de l'énergie de germination n'indique pas la prégermination chez l'orge. Les sélectionneurs et les évaluateurs de l'orge ne disposent pas d'un outil pratique leur permettant de prédire la quantité de grains d'orge sélectionnés au départ qui perdront de l'énergie de germination durant l'entreposage. Il est ainsi difficile de déterminer quelle quantité de grains il faut sélectionner au départ. Il est également décevant et coûteux pour les producteurs qui ont été avisés que leur orge a été sélectionné pour le maltage d'apprendre plus tard que leurs grains ne sont plus acceptables à cette fin. Il est donc clair qu'il faut trouver une méthode rapide et pratique de détection de la prégermination et de prévision de la durée d'entreposage sécuritaire pour l'orge brassicole.

La présente étude portait sur l'aptitude des techniques suivantes à déceler et à mesurer le degré de prégermination chez les variétés d'orge brassicole canadiennes : l'analyse rapide de la viscosité (RVA), l'analyse d'images, la réflexion dans le proche infrarouge (NIR) et la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR).

Les résultats de l'étude indiquent qu'à l'heure actuelle, ni la NIR ni la FTIR ne sont des techniques fiables pour déceler et mesurer le degré de prégermination dans le grain d'orge.

Les résultats de l'étude indiquent que l'aspect du grain, déterminé par l'examen visuel ou l'analyse d'images, n'est pas lié à sa composition ou aux processus biochimiques qui se déroulent dans le grain. Par conséquent, l'évaluation de l'aspect du grain par l'une ou l'autre méthode ne peut pas, à l'heure actuelle et en l'état actuel de la technique, détecter et mesurer de façon fiable le degré de prégermination dans le grain d'orge.

L'étude a montré que l'analyse RVA est la technique à utiliser pour déceler la prégermination de l'orge. Comme on sait que l'un des signes de la prégermination est une teneur élevée en alpha-amylase dans le grain et comme les paramètres de la RVA sont très sensibles à l'augmentation de la teneur des échantillons en alpha-amylase, on a conclu que :

- l'analyse RVA permet de déceler les signes de prégermination dans les échantillons d'orge;
- l'analyse RVA permet de mesurer le degré de prégermination de l'orge en fonction de la teneur des échantillons en alpha-amylase.

La mesure de l'énergie de germination (EG) après un vieillissement accéléré des échantillons d'orge a confirmé que :

- les échantillons d'orge dont la viscosité finale (VF) mesurée par RVA est élevée au départ peuvent conserver une énergie de germination élevée (EG \geq 95 %), même dans de piètres conditions d'entreposage.
- les échantillons d'orge dont la VF mesurée par RVA est faible au départ ont tendance à perdre de la viabilité et présentent une faible EG (< 95 %) après une exposition ou un entreposage dans de piètres conditions.

2. Interprétation générale des résultats de l'analyse RVA

L'interprétation générale suivante des résultats de l'analyse RVA et les recommandations qui en découlent peuvent servir à déterminer les échantillons d'orge qui pourraient présenter des problèmes durant un entreposage à long terme ou dans des conditions chaudes et humides.

RVA-viscosité finale < 100 unités RVA

- Les échantillons dont les valeurs de viscosité finale sont inférieures à 100 unités RVA sont prégermés; la probabilité qu'ils perdront de l'EG après entreposage est égal à environ 95 %. Ils doivent être maltés le plus tôt possible.
- Les quelque 5 % des échantillons dont les valeurs de VF sont inférieures à 100 unités RVA et qui conservent leur EG après entreposage ont une teneur en eau très faible.

RVA-viscosité finale entre 100 et 135 unités RVA

- Les échantillons dont les valeurs de VF sont comprises entre 100 et 135 unités RVA sont plus difficiles à classer. La probabilité qu'ils perdent leur EG après entreposage est d'environ 75 % -- la perte a lieu notamment dans les échantillons dont la teneur en eau est élevée.
- Environ 25 % des échantillons dont les valeurs RVA sont comprises entre 100 et 135 unités RVA et qui conservent leur EG après entreposage ont une teneur en eau très faible.
- Les échantillons dont les valeurs RVA sont comprises entre 100 et 135 unités RVA ont de meilleures chances de conserver leur EG durant l'entreposage lorsque les conditions d'entreposage sont bonnes (endroit frais et sec).

RVA-viscosité finale > 135 unités RVA

- Les échantillons dont les valeurs de viscosité finale sont supérieures à 135 unités RVA sont sains et devraient conserver leur EG même après un long entreposage. La probabilité qu'ils conservent leur EG après entreposage est d'environ 99 %.
- Un pour cent des échantillons dont les valeurs RVA sont supérieures à 135 unités RVA et qui perdent leur EG après entreposage ont une teneur en eau très élevée.

3. Pratiques recommandées pour la détection de la prégermination dans des échantillons d'orge à l'aide de l'appareil RVA-StarchMaster

Les pratiques suivantes sont recommandées pour la détection de la prégermination dans des échantillons d'orge à l'aide de l'appareil RVA-StarchMaster.

A) Préparation de l'échantillon

1. Nettoyer les grains d'orge à l'aide du tarage Carter avec les réglages suivants : crible n° 6 pour l'orge, tamis à sarrasin n° 6 en premier, tamis ordinaire solide au milieu, contrôle de l'air au maximum et vitesse n° 7. Les échantillons doivent être stabilisés à la température ambiante avant les mesures et le broyage.
2. Déterminer la teneur en eau (%) dans les échantillons par NIR
3. Bien mélanger l'échantillon nettoyé et prélever un petit échantillon représentatif (quantité recommandée : environ 300 g). Il s'agit d'une étape importante pour veiller à ce que l'échantillon à analyser représente bien l'échantillon total. Un diviseur de précision ou un appareil similaire doit être utilisé pour le prélèvement d'un sous-échantillon approprié.
4. Broyer l'échantillon à l'aide du moulin de laboratoire Falling Number 311 (tamis de 0,8 mm). Les grains entiers doivent être portés à la température ambiante avant d'être broyés. Bien nettoyer le moulin entre chaque échantillon. Si l'échantillon moulu n'est pas utilisé immédiatement, le conserver dans une chambre froide.
5. Bien mélanger l'échantillon moulu avant de prélever les sous-échantillons et de les peser. Peser la quantité appropriée de l'échantillon moulu dans une cartouche RVA. Utiliser la teneur en eau déterminée par le spectromètre NIR et la « table de conversion de la teneur en eau » pour déterminer la quantité d'échantillon (en g) à peser dans la cartouche.

Table de conversion de la teneur en eau (T.E.)

T.E. (%)	Poids (g)	T.E. (%)	Poids (g)	T.E. (%)	Poids (g)	T.E. (%)	Poids (g)	T.E. (%)	Poids (g)	T.E. (%)	Poids (g)
8,0	3,74	9,5	3,80	11,0	3,87	12,5	3,93	14,0	4,00	15,5	4,07
8,1	3,74	9,6	3,81	11,1	3,87	12,6	3,94	14,1	4,00	15,6	4,08
8,2	3,75	9,7	3,81	11,2	3,87	12,7	3,94	14,2	4,01	15,7	4,08
8,3	3,75	9,8	3,81	11,3	3,88	12,8	3,94	14,3	4,01	15,8	4,09
8,4	3,76	9,9	3,82	11,4	3,88	12,9	3,95	14,4	4,02	15,9	4,09
8,5	3,76	10,0	3,82	11,5	3,89	13,0	3,95	14,5	4,02	16,0	4,10
8,6	3,76	10,1	3,83	11,6	3,89	13,1	3,96	14,6	4,03	16,1	4,10
8,7	3,77	10,2	3,83	11,7	3,90	13,2	3,96	14,7	4,03	16,2	4,11
8,8	3,77	10,3	3,84	11,8	3,90	13,3	3,97	14,8	4,04	16,3	4,11
8,9	3,78	10,4	3,84	11,9	3,90	13,4	3,97	14,9	4,04	16,4	4,11
9,0	3,78	10,5	3,84	12,0	3,91	13,5	3,98	15,0	4,05	16,5	4,12
9,1	3,78	10,6	3,85	12,1	3,91	13,6	3,98	15,1	4,05	16,6	4,12
9,2	3,79	10,7	3,85	12,2	3,92	13,7	3,99	15,2	4,06	16,7	4,13
9,3	3,79	10,8	3,86	12,3	3,92	13,8	3,99	15,3	4,06	16,8	4,13
9,4	3,80	10,9	3,86	12,4	3,93	13,9	4,00	15,4	4,07	16,9	4,14

6. Ajouter exactement 25,0 mL d'eau désionisée à l'aide d'une pipette Eppendorf ou d'un distributeur Dispensette.

7. Mélanger le contenu de la cartouche avec une spatule pour disperser l'échantillon. Utiliser la palette pour récupérer l'échantillon sur la spatule. Introduire la palette dans la cartouche.

B) Analyse

8. Analyser les échantillons à l'aide du RVA-StarchMaster et du programme RVA Stiring Number (SN). Il s'agit d'un programme standard de 3 min qui chauffe l'échantillon à 95 °C et qui le mélange pendant 10 sec à 960 tr/min, puis à 160 tr/min. Enregistrer alors la viscosité finale. Les résultats sont affichés en cP (centipoise). Pour transformer ces valeurs en unités RVA, diviser les cP par 12.

Unités RVA = cP ÷ 12

Analyser les échantillons en double.

C) Entretien de l'appareil

9. Pour s'assurer de l'exactitude des mesures, il faut vérifier l'étalonnage chaque jour. Suivre le mode d'emploi qui figure dans le manuel d'installation et d'utilisation.

10. En outre, l'appareil StarchMaster doit être étalonné une fois par mois à l'aide d'une huile normalisée. Newport Scientific recommande le Cannon Certified Viscosity Standard R47000 (95C). Votre représentant de Newport Scientific peut vous fournir une trousse de vérification de l'étalonnage. Mesurer la viscosité de l'huile d'étalonnage à l'aide du programme CAL95 (programme conçu pour l'étalonnage). La viscosité de l'huile d'étalonnage ne doit pas s'écarter de $\pm 5 \%$ de la valeur recommandée.

Par exemple, si la valeur recommandée est de 1 223 cP et que la lecture se situe entre 1 162 cP et 1 284 cP, l'appareil est prêt à être utilisé. Si la lecture se situe à l'extérieur de cette fourchette, l'appareil RVA-StarchMaster doit être étalonné de nouveau. Communiquer avec le représentant. Seul le représentant peut étalonner l'appareil de nouveau!

4. Durée d'entreposage sécuritaire recommandée pour des échantillons d'orge présentant divers degrés de prégermination

Pour mieux prédire la durée d'entreposage sécuritaire d'échantillons qui présentent divers degrés de prégermination, nous avons effectué des études d'entreposage à long terme au cours de la deuxième année. Des échantillons d'orge présentant divers degrés de prégermination à l'analyse RVA ont été entreposés dans quatre environnements différents :

1. Température ≥ 25 °C; humidité relative $\geq 60 \%$
2. Température 20-23 °C; humidité relative $\leq 40 \%$
3. Température ~ 5 °C; humidité relative 50-60 %
4. Extérieur, conditions variables : échantillons conservés à l'extérieur entre janvier 2004 et janvier 2005.

La durée d'entreposage sécuritaire des échantillons (rétention d'EG $\geq 95 \%$) dépendait des facteurs suivants :

- degré de prégermination dans les échantillons;
- conditions d'entreposage : température et humidité relative;
- teneur en eau initiale des échantillons d'orge.

Pour prédire la durée d'entreposage des échantillons d'orge avec plus d'exactitude, il faut tenir compte de tous les facteurs. Les études d'entreposage effectuées au cours de la deuxième année du projet ont permis de recommander la durée d'entreposage suivante pour les échantillons d'orge présentant divers degrés de prégermination :

Conditions d'entreposage	Durée d'entreposage sécuritaire			
	RVA - VF 0 – 50 (URV ¹)	RVA - VF 50 – 90 (URV ¹)	RVA- VF 90 – 135 (URV ¹)	RVA – VF ≥ 135 (URV ¹)
T ≥ 25 °C HR² ≥ 60 %	1 – 4 semaines	1 – 8 semaines	4 – 24 semaines	16 – 41 (+) semaines (+) les échantillons analysés pour la dernière fois après 41 semaines présentaient une EG ≥ 95
T 20 - 23 °C HR² ≤ 40 %	2 – 24 semaines	32 – 42 (+) semaines	42 (+) – 50 (+) semaines	42 (+) – 50 (+) semaines
T ~ 5 °C HR² 50 – 60 %	8 – 42 semaines	32 – 42 (+) semaines	> 42 (+) semaines	41 (+) – 50 (+) semaines
Entreposage à l'extérieur Début : Janvier 2004	Les échantillons ont perdu de l'EG en mai-juin 2004	Les échantillons ont perdu de l'EG en juin-août 2004	Les échantillons ont perdu de l'EG en juin-novembre 2004. Toutefois, un échantillon dont la teneur en eau était faible a conservé son EG jusqu'en janvier 2005.	Les échantillons ont été analysés pour la dernière fois en novembre 2004 – tous les échantillons présentaient encore une bonne EG.

¹ Unités Rapid Visco

² Humidité relative

Nota : Il est possible qu'un grand volume d'orge entreposé dans l'une ou l'autre des conditions précédentes conserve ou perde son énergie de germination plus ou moins rapidement étant donné que la température et/ou l'humidité du grain à l'intérieur d'une grande cuve ne change pas aussi rapidement que dans le cas d'échantillons plus petits.

5. Prélèvement et analyse des échantillons

Les échantillons d'orge utilisés dans la présente étude ont été prélevés sur deux années consécutives, soit 2002 et 2003. Tous les échantillons ont été sélectionnés pour le maltage et présentaient une énergie de germination ≥ 95 %. En 2002, 306 échantillons ont été prélevés. Chez les variétés à deux rangs, 107 échantillons ont été prélevés de la variété Metcalfe, 32 de la variété Harrington, 29 de la variété Stratus et 23 de la variété Stein. Chez les variétés à 6 rangs, 56 échantillons ont été prélevés de la variété B1602 et 21 de la variété Robust. En 2003, 519 échantillons ont été prélevés. Parmi les variétés à 2 rangs, 148 échantillons ont été prélevés de la variété Metcalfe, 88 de la variété Harrington, 65 de la variété Stratus, 55 de la variété Kendall et 18 de la variété Merit. Chez les variétés à 6 rangs, 52 échantillons ont été prélevés de la variété Robust, 41 de la variété Excel et 27 de la variété Legacy.

Au cours de la période de deux ans, les échantillons d'orge ont été prélevés dans les districts agricoles suivants de l'Ouest du Canada :

Alberta: 2, 3, 4, 5, 7

Saskatchewan: 1B, 2A, 2B, 3AS, 4B, 5A, 5B, 6A, 6B, 7A, 7B, 8A, 8B, 9A

Manitoba: 1, 2, 3, 5, 6, 8

Un nombre significativement plus élevé d'échantillons étaient prégermés en 2002 qu'en 2003, ce qui peut être lié directement aux différences dans les précipitations moyennes au cours de ces deux années. En général, les précipitations moyennes étaient plus élevée que la normale en 2002, alors qu'en 2003 elles étaient inférieures à la normale.

En 2002, l'année où les précipitations moyennes ont été très élevées, la variété Harrington a présenté un pourcentage plus faible d'échantillons prégermés (75 %) que les trois autres variétés à 2 rangs évaluées au cours de l'étude (91 %). En 2003, l'année où les précipitations moyennes ont été très faibles, la variété Harrington a encore présenté une tendance plus faible à la prégermination (9 %) que les quatre autres variétés analysées au cours de l'étude (16 %). Au cours des deux années, les variétés à 6 rangs ont présenté un pourcentage légèrement plus faible d'échantillons prégermés (79 % en 2002 et 12,5 % en 2003) que les variétés à 2 rangs (87 % en 2002 et 15,5 % en 2003). Il faut faire remarquer, toutefois, qu'on a analysé un plus petit nombre d'échantillons d'orge à 6 rangs (77 en 2002 et 120 en 2003) que d'orge à 2 rangs (164 en 2002 et 374 en 2003) au cours de ces deux années.

Ces études ont montré que les échantillons d'orge cultivés dans les régions nordique de l'Alberta (district agricole 7), de la Saskatchewan (districts agricoles 5B, 8A, 9A), et du Manitoba (district agricole 3) présentent une tendance plus élevée à la prégermination que les échantillons cultivés dans les autres districts. Le volume de précipitations n'expliquait pas entièrement ces résultats car, dans certains cas, le volume réel de précipitations était plus faible que la moyenne normale dans ces districts ou plus faibles que dans d'autres districts. Les dates de récolte plus tardives (et/ou les teneurs en eau plus élevées des récoltes) peuvent en partie expliquer les résultats obtenus.