



Influence de la fumure azotée sur la qualité des blés biscuitiers

L. LEVY, R. SCHWAERZEL, G. KLEIJER et N. CROZET, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon

@ E-mail: lilia.levy@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 718.

Résumé

L'influence de la fumure azotée sur la qualité des blés biscuitiers de type «petit-beurre» a été étudiée lors d'essais conduits durant trois ans sur deux sites. Trois variétés biscuitières ont été comparées selon quatre niveaux de fumure azotée, appliquée sous forme d'urée ou de nitrate d'ammoniaque. Les critères de qualité recherchés pour les blés biscuitiers sont spécifiques et souvent opposés aux valeurs recherchées pour les blés panifiables. La fumure azotée agit de manière significative sur de nombreux critères, mais son effet n'est pas souvent favorable à la qualité biscuitière. Elle entraîne une augmentation de valeurs qui devraient rester basses, comme le taux de protéines, l'indice de Zeleny, l'absorption en eau de la farine ou la force de la pâte. Par contre, elle a une influence bénéfique sur l'extensibilité de la pâte, qui doit être élevée pour les blés biscuitiers. La variété et les conditions pédoclimatiques restent les facteurs principaux déterminant la qualité des blés biscuitiers.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

De 2004 à 2006, trois variétés biscuitières (Arbola, Muveran, Manhattan) ont été cultivées à Changins (420 m, VD) et Goumoens-la-Ville (610 m, VD). Les essais étaient disposés en blocs randomisés avec quatre répétitions. Quatre différentes doses d'azote ont été appliquées. La dose d'azote usuelle (norme) a été calculée d'après la méthode des normes corrigées (méthode par estimation) à partir des données de base pour la fumure (Ryser *et al.*, 2001). Les doses suivantes de fumure azotée ont ensuite été établies:

1. la norme moins 40 unités d'azote;
2. la norme;
3. la norme plus 40 unités;
4. la norme plus 80 unités d'azote.

En moyenne sur les trois années d'essais, les unités appliquées étaient de 65 kg N/ha, 105 kg N/ha, 145 kg N/ha et 185 kg N/ha. L'apport a été effectué en une seule fois au stade du 1^{er} nœud (CD 31) pour le procédé avec 65 kg N/ha. Pour celui de 105 kg N/ha, les apports ont été réalisés en deux fois, un tiers à la reprise de la végétation (CD 10) et les deux autres tiers au stade du 1^{er} nœud (CD 31). Les apports plus élevés sont appliqués en trois fois: un tiers de la dose à la reprise de la végétation (CD 10), la moitié au stade du 1^{er} nœud (CD 31) et la dernière application à l'apparition de la dernière feuille (CD 37). La fumure a été appliquée en 2004 uniquement sous forme de nitrate d'ammoniaque (27,5% de N), en 2005 et 2006 sous forme de nitrate d'ammoniaque ou sous forme d'urée (46% de N).

Toutes les parcelles ont été désherbées chimiquement, en général une fois au printemps. Selon la pression des maladies foliaires, un traitement fongicide a été appliqué. Les céréales ont été traitées systématiquement avec un régulateur de croissance (Moddus, 0,4 l) au stade 31 à 32 (1 à 2 nœuds).

Introduction

Le marché des blés biscuitiers représente 1,5 à 2% de la production totale des céréales panifiables en Suisse (swissgranum, 2008). Une petite partie est même exportée dans les pays voisins sous forme de produits transformés. Pour ce marché de niche, l'interprofession et les acheteurs recommandent de cultiver le blé biscuitier exclusivement sous contrat.

Les blés biscuitiers doivent répondre aux critères de qualité des utilisateurs qui sont souvent opposés à ceux recherchés pour les blés de type panifiable. Les blés biscuitiers doivent avoir une faible teneur en protéines, un faible pouvoir d'hydratation, une faible ténacité de la pâte qui doit être très extensible. L'influence de la fumure azotée sur ces critères a été bien étudiée pour les

blés panifiables (Borghi *et al.*, 1995; Garrido-Lestache *et al.*, 2005; Johanson *et al.*, 2001; Martin *et al.*, 1992; Smith et Gooding, 1999; Scheromm *et al.*, 1992; Varga et Svečnjak, 2005; Levy *et al.*, 2007). Toutefois, les exigences de qualité des blés biscuitiers requièrent une gestion différente de la fumure azotée. Il est donc nécessaire de mieux connaître l'influence des apports d'azote sur la qualité des blés biscuitiers. Le comportement de différentes variétés selon la fumure azotée doit aussi être étudié pour pouvoir mieux cibler les apports. Afin de définir une conduite de la fumure azotée adaptée aux blés biscuitiers, la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW a mis en place des essais de fumure azotée comprenant trois variétés à profil biscuitier.

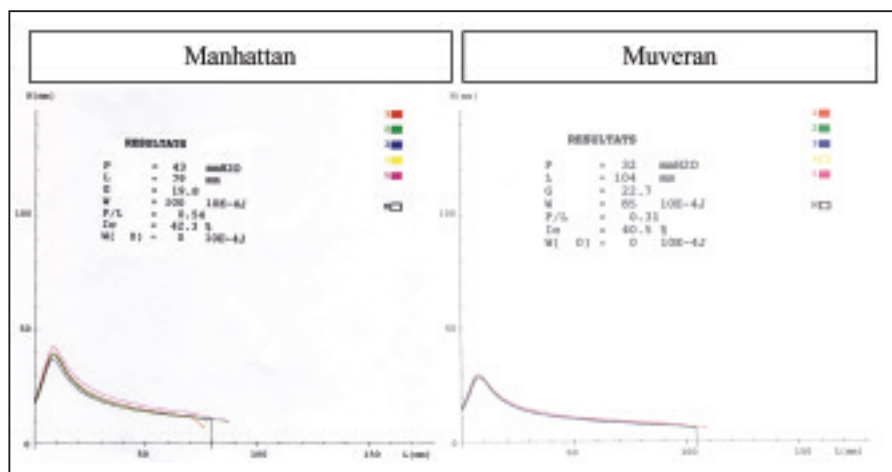


Fig. 1. Exemples de résultats d'un alvéographe de Chopin pour les variétés Manhattan et Muveran pour une dose de 160 kg de nitrate d'ammoniaque par hectare dans l'essai de 2004 à Goumoens-la-Ville.

Analyses en laboratoire

La qualité des blés biscuitiers a été déterminée selon huit des douze critères de qualité fixés dans le schéma d'évaluation 90 (Saurer *et al.*, 1991), décrits en détail par Kleijer (2002). L'appréciation de la qualité biscuitière est réalisée par des analyses en laboratoire avec infrarouge proche (NIRS) pour mesurer le taux de protéines et la dureté du grain. Cette dernière dépend de la texture de l'albumen et des teneurs en amidon et en protéines. Pour les blés plus «durs» (valeurs basses), l'absorption en eau est plus élevée car le taux de grains d'amidon endommagés est plus important. Il est donc nécessaire pour un blé biscuitier d'avoir des grains moins durs pour éviter une trop grande absorption d'eau (Kleijer, 2002).

Le farinographe Brabender (ICC-standard, 1999, n° 115) a permis de mesurer l'absorption en eau de la farine, d'évaluer la stabilité de la pâte au pétrissage et de définir la perte de consistance de la pâte. L'alvéographe de Chopin (ICC-standard, 1999, n° 121) a été utilisé pour déterminer la ré-

sistance de la pâte à l'étirement; il mesure la force de la pâte (W) et la relation entre la ténacité et l'extensibilité de la pâte (P/L). L'alvéographe fonctionne en insufflant de l'air dans un disque de pâte; une bulle d'air se forme et gonfle jusqu'à l'éclatement. Une bonne qualité biscuitière se distingue par une faible force d'air insufflé sous le pignon pour former une bulle qui doit éclater le plus tard possible. La surface sous la courbe de l'alvéographe indique la force (W) nécessaire pour souffler l'air et le temps requis du gonflement jusqu'à l'éclatement de la bulle (fig.1).

L'amylogramme (Brabender) a permis de déterminer la viscosité de la pâte (gélatinisation maximale). L'indice de sédimentation Zeleny (ICC-standard, 1999, n° 116/118) reflète la qualité des protéines et leur aptitude à gonfler dans un milieu contenant de l'acide lactique.

Des mesures complémentaires ont été effectuées: les pertes au triage, le rendement, le poids de mille grains (PMG) et le poids à l'hectolitre (PHL), estimé à partir d'un humidimètre (Dickey John standard).

Les analyses en laboratoire ont été réalisées séparément par procédé et par lieu, les quatre répétitions confondues. En 2004, les apports d'azote ont été réalisés sur huit répétitions seulement sous forme de nitrate d'ammoniaque.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel WIDAS (Web-enabled Information Delivery and Analysis System, MSI A6). Elles ont consisté en une analyse de variance de l'ensemble des caractéristiques étudiées. Les coefficients de corrélation (r ; coefficient de Bravais-Pearson) ont également été calculés entre les différents paramètres et les coefficients de détermination (R^2) ont pu être déduits.

Résultats et discussion

L'influence des quatre facteurs (dose d'azote, type d'apport, variété et essai) a été analysée sur plusieurs critères de qualité. L'essai s'est déroulé sur une année en un lieu. Les résultats des analyses de variance sont présentés dans les tableaux 1a et 1b. A noter que pour l'ensemble des critères rhéologiques et agronomiques, la variété et les conditions pédoclimatiques (représentées par le facteur essai) sont hautement significatives.

Critères agronomiques

La dose d'azote influence significativement le rendement et dans une moindre mesure le poids à l'hectolitre. Le rendement augmente avec la dose d'azote, mais le gain de rendement diminue à partir d'un apport de 145 kg N/ha (tabl. 2).

Critères qualitatifs

La fumure azotée influence significativement l'indice de Zeleny et le taux de protéines et exerce un rôle secondaire

Tableau 1a. Résultats des analyses de variance pour les facteurs variété, fumure azotée, essai et type d'apport ainsi que de leurs interactions pour les principaux paramètres de qualité des blés biscuitiers (valeur de F).

Composantes de la variance	Zeleny [ml]	Protéine [%]	Dureté	Absorption en eau [%]	W [J]	L [mm]	P/L
Variété (2)	27,99 ***	249,98 ***	86,82 ***	18,89 ***	38,1 ***	6,09 **	16,19 ***
Fumure azotée N (3)	94,19 ***	99,09 ***	22,29 ***	21,31 ***	20,24 ***	20,24 ***	6,90 ***
Essai (7)	91,61 ***	58,3 ***	135,05 ***	96,75 ***	14,41 ***	5,65 ***	4,23 **
Type apport (1)	61,63 ***	37,02 ***	9,01 **	156,91 ***	4,1 *	0,04	1,48
Variété*Dose N	1,33	1,54	5,65 ***	1,37	2,58 *	1,55	1,15
Variété*Type apport	6,27 **	17,9 ***	9,75 ***	3,06	2,97	0,71	5,77 **
Variété*Essai	5,00 ***	11,77 ***	11,56 ***	2,03 *	4,44 ***	3,39 **	2,36 *
Fumure azotée N*Type apport	14,82 ***	15,25 ***	6,58 ***	9,04 ***	5,27 **	3,47 *	1,76
Fumure azotée N*Essai	4,56 ***	5,2 ***	5,03 ***	1,1	1,8	1,3	0,90
Type apport*Essai	19,61 ***	19,27 ***	55,42 ***	20,03 ***	0,61	2,62 *	2,89 *

() = Degrés de liberté.
Essai = 1 lieu, 1 année.

*** Significatif à 0,1%.
** Significatif à 1%.
* Significatif à 5%.

W: surface, mesure de la force boulangère.
L: mesure de l'extensibilité.
P/L: rapport de configuration de la courbe.

Tableau 1b. Résultats des analyses de variance pour les facteurs variété, fumure azotée, essai et type d'apport ainsi que de leurs interactions pour les autres critères rhéologiques et agronomiques étudiés (valeur de F).

Composantes de la variance	Critère qualité				Critère agronomique			
	P [mmH ₂ O]	farinogramme		amylogramme	Poids mille grains [g]	Poids hectolitre [kg]	Pertes au triage [%]	Rendement 15% H ₂ O [dt/ha]
		Résistance [min]	Perte de consistance [UB]	Gélatinisation max. [UB]				
Variété (2)	46,85 ***	290,41 ***	92,29 ***	23,1 ***	426,95 ***	70,88 ***	45,60 ***	37,14 ***
Fumure azotée N (3)	3,05 *	10,99 ***	11,37 ***	5,56 **	4,58 **	30,11 ***	0,15	20,43 ***
Essai (7)	14,68 ***	25,87 ***	27,74 ***	444,34 ***	23,1 ***	2,16	2,08	4,65 *
Type apport (1)	2,03	33,62 ***	0,66	1,95	57,58 ***	327,02 ***	13,81 ***	71,31 ***
Variété*Dose N	2,41 *	0,46	5,62 ***	5,32 ***	2,33	1,02	1,94	2,25
Variété*Type apport	8,52 ***	3,21	7,41 **	55,44 ***	27,29 ***	2,35	2,13	7,07 **
Variété*Essai	2,22 *	21,66 ***	6,3 ***	34,67 ***	21,45 ***	45,53 ***	6,21 ***	4,22 ***
Fumure azotée N*Type apport	0,91	4,03 *	1,75	7,19 ***	4,88 **	11,53 ***	0,81	6,67 ***
Fumure azotée N*Essai	1,25	1,04	2,14 *	4,41 ***	1,61	3,79 ***	1,22	1,75
Type apport*Essai	0,59	7,32 ***	2,98 *	2,19	11,69 ***	42,83 ***	1,05	28,27 ***

() = Degrés de liberté. Essai = 1 lieu, 1 année. P: pression maximale à la déformation de la pâte.
 *** Significatif à 0,1%. ** Significatif à 1%. * Significatif à 5%.

non négligeable sur un certain nombre d'autres critères (tabl.1a). La fumure azotée augmente significativement la dureté du grain, l'absorption en eau et la force de la pâte (W). Des résultats similaires sont présentés dans différentes

études (Johansson *et al.*, 2001; Lebrun *et al.*, 2001; McDonald, 1992; Wieser et Seilmeier, 1997; Behera *et al.*, 2008; Boehm *et al.*, 2004; Gandhi et Nathawat, 1967; Garrido-Lestache *et al.*, 2004; Levy *et al.*, 2007; Varga *et al.*, 2003).

Pour la plupart des critères, l'augmentation des apports d'azote entraîne des valeurs plus élevées (tabl. 2) alors qu'elles devraient rester basses pour assurer une bonne qualité des blés biscuitiers. La qualité exigée pour les blés biscuitiers

Tableau 2. Synthèse des principales analyses rhéologiques et agronomiques selon la variété, la dose d'azote et le type d'apport (moyenne des huit essais).

Variété	Critère de qualité								Critère agronomique	
	Zeleny [ml]	Protéine [%]	Dureté	Absorption en eau [%]	Résistance [min]	W [J]	L [mm]	P/L	Poids hectolitre [kg]	Rendement [dt/ha]
Arbola	24,30	13,05	28,61	54,92	2,30	66,05	69,83	0,49	80,41	72,33
Muveran	21,13	11,55	31,75	54,45	1,18	64,67	77,98	0,42	78,71	74,67
Manhattan	21,23	10,85	28,74	53,09	1,26	81,07	72,51	0,57	79,65	83,11
Signification	***	***	***	***	***	***	**	***	***	***
PPDS 95%	0,7	0,16	0,46	0,51	0,09	3,5	4,1	0,043	0,20	2,26
Fumure azotée										
65 kg N/ha	18,40	10,87	30,94	53,13	1,44	61,51	63,60	0,55	78,78	71,30
105 kg N/ha	20,83	11,63	30,06	53,69	1,51	67,54	69,66	0,52	79,53	74,76
145 kg N/ha	23,92	12,10	29,18	54,12	1,56	76,86	79,49	0,46	79,87	80,36
185 kg N/ha	26,36	12,81	28,68	56,07	1,79	77,18	83,86	0,42	79,77	81,12
Signification	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
PPDS 95%	0,8	0,19	0,53	0,59	0,10	4,1	4,7	0,050	0,23	2,61
Type d'apport										
Nitrate ammoniac	22,57	11,85	28,87	53,94	1,51	73,30	75,9	0,48	80,17	80,18
Urée	24,39	12,12	28,89	56,20	1,72	69,31	74,6	0,47	79,90	76,57
Signification	***	***	**	***	***	*	ns	ns	ns	*
PPDS 95%	0,6	0,13	0,37	0,42	0,07	2,9	3,4	0,035	0,17	1,85
Coefficient de variation (%)	27,02	12,33	14,44	6,97	41,71	23,40	22,53	31,92	3,20	20,33

***significatif à 0,1%; **significatif à 1%; *significatif à 5%; ns: non significatif.

Tableau 3. Valeurs des qualités technologiques requises pour les blés biscuitiers selon l'Ordonnance RS 916.151.1 du DFE sur les semences et les plantes de grandes cultures et cultures fourragères.

Critère qualité	Valeur de référence
Taux de protéine [%]	9-10
Zeleny [ml]	20-30
Ténacité P [mm]	30-45
Extensibilité L [mm]	100-150
P/L	0,3-0,5
W [J]	80-120
Absorption en eau [%]	52-58

est assez variable d'un pays à l'autre. La Suisse a fixé ses exigences dans son Ordonnance RS916.151.1 (tabl. 3). Malgré des apports azotés importants, les valeurs observées dans cette étude restent acceptables selon les exigences suisses. La seule augmentation *a priori* préjudiciable concerne la teneur en protéines.

Taux de protéines

Le taux de protéines est un critère particulièrement important pour une farine biscuitière; contrairement aux blés panifiables, cette teneur doit être faible. En Suisse, la limite supérieure est fixée à 10% de protéines tandis qu'en France une valeur de 11,5% est souvent tolérée (Le Souder *et al.*, 1995; Le Bail, 2000). Dans nos essais, ces limites maximales de protéines sont souvent dépassées selon la variété ou la dose de fumure apportée.

Selon l'ordonnance suisse, les trois variétés étudiées ont des teneurs en protéines trop élevées (fig. 2). Quelle que soit la dose d'azote, la teneur en protéines de la variété Arbola est supérieure à 11,5%. Cette variété est donc trop riche en protéines. Pour la variété Muveran, le taux de protéine ne dépasse pas 11,5% uniquement lorsque l'apport d'azote est inférieur à 105 kg N/ha. La meilleure variété est Manhattan, qui garde un taux de protéines acceptable même avec des apports de 145 kg N/ha. La différence entre les variétés est hautement significative pour le taux de protéines (tabl. 2).

Extensibilité de la pâte

Une dose d'azote trop importante n'est donc *a priori* pas intéressante pour les blés biscuitiers puisqu'elle augmente le taux de protéines. Mais Pedersen et Jorgensen (2007), dans une étude sur les propriétés rhéologiques du gluten de variétés de blés biscuitiers, montrent que la dose d'azote peut avoir un effet favorable selon les variétés, par exemple en favorisant la formation de gliadines (famille de protéines du gluten). Cela entraîne une augmentation de l'extensibilité de la pâte, bénéfique pour la préparation des biscuits.

Cet effet bénéfique des apports azotés est confirmé par les résultats de l'alvéogramme (tabl. 1a). L'extensibilité (L) est positivement influencée par la dose d'azote dans ces essais (R^2 moyen = 0,25; fig. 2). Le rapport P/L a donc tendance à diminuer lorsque l'azote augmente (tabl. 2) car, contrairement à l'extensibilité, la ténacité (P) est avant

tout corrélée à la variété. Garrido-Lestache (2004) présente des résultats similaires pour des analyses de ténacité et d'extensibilité selon différentes doses d'azote. La diminution du rapport P/L provoquée par des apports d'azote est donc bénéfique pour les variétés de blés biscuitiers. Mais le gain d'extensibilité diminue avec un apport azoté trop important et ce gain est très variable selon la variété (fig. 2).

Choix de la fumure azotée

Pour les critères étudiés précédemment, une fumure azotée trop importante semble préjudiciable, surtout pour la teneur en protéine. Mais une faible teneur en protéine n'assure pas une qualité optimale pour les autres critères rhéologiques. La variété Manhattan, qui possède le taux de protéine le plus bas, présente un P/L relativement haut dû à une ténacité (P) élevée. De même, la variété Arbola présente l'extensibilité la plus basse, malgré son taux de protéines élevé. La relation entre teneur en protéines et qualité technologique d'un blé est spécifique pour chaque variété. La quantité de protéines n'explique pas à elle seule tous les aspects de la qualité (Lebrun *et al.*, 2001). Le profil de chaque variété doit être connu pour optimiser la fumure azotée. La variété Manhattan valorisera mieux une fumure azotée élevée qu'Arbola si le taux de protéine ne doit pas dépasser 11,5%. Si les exigences de qualité sont modifiées, la fumure azotée peut être revue.

Selon le type d'apport azoté, les résultats présentent une différence significative pour le taux de protéines, l'indice de Zeleny, l'absorption en eau et la résistance au pétrissage. Il est souvent admis qu'avec le nitrate d'ammoniaque, les résultats sont meilleurs qu'avec un apport sous forme d'urée; le nitrate d'ammoniaque est plus rapidement assimilable par la plante et les risques de volatilisation sont plus faibles qu'avec l'urée. Toutefois, les résultats de cette étude ne confirment pas ces observations puisque, pour ces critères, les valeurs moyennes sont inférieures avec les apports de nitrate d'ammoniaque (tabl. 2).

Mais les différences entre les valeurs ne sont pas assez nettes et une analyse sur deux années n'est pas suffisante pour pouvoir conclure sur les avantages du nitrate d'ammoniaque ou de l'urée.

Ces essais ont été réalisés avec une fumure azotée fractionnée en trois apports. Le fractionnement des apports est conseillé pour améliorer à la fois le rendement et le taux de protéine (Bar-L'Helgouac'h, 2000; Lebrun *et al.*, 2001;

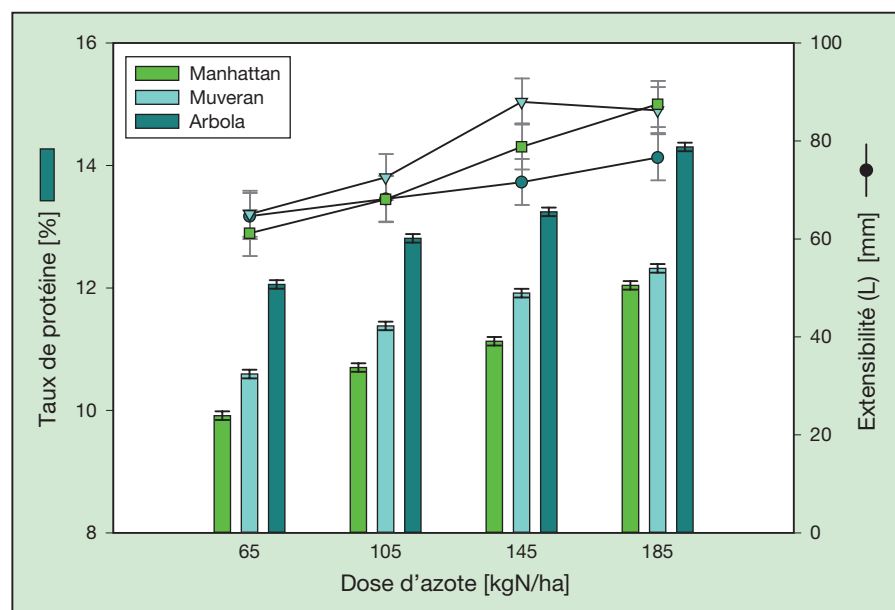


Fig. 2. Relation entre la dose d'azote, le taux de protéine et l'extensibilité de la pâte (L) pour les trois variétés biscuitières. Les valeurs sont les moyennes des trois années et des deux lieux.

Garrido-Lestache *et al.*, 2004). Certaines études montrent que le troisième apport permet une meilleure teneur en protéines mais avec un effet négligeable sur le rendement en grains (Sowers *et al.*, 1994; Ayoub *et al.*, 1994; Debaeke *et al.*, 1996; Garrido-Lestache *et al.*, 2004). Pour les blés biscuitiers, une fumure azotée fractionnée en deux apports serait donc plus adaptée pour limiter la teneur en protéine sans perdre de rendement.

Conclusions

- ❑ L'augmentation de la fumure azotée ne profite pas à la qualité des blés biscuitiers, en particulier en élevant la teneur en protéines dans le grain.
- ❑ L'extensibilité (L) et le rapport P/L (pression maximale nécessaire à la déformation/extensibilité) sont les caractères rhéologiques qui réagissent favorablement à une augmentation de la fumure azotée.
- ❑ Pour les blés biscuitiers, la gestion de la fumure azotée est un compromis entre gain de rendement et influence négative sur la qualité. Au-delà de 145 kg/ha, la qualité du blé biscuitier est péjorée.
- ❑ La gestion de l'azote dépend du profil de chaque variété. La qualité du blé biscuitier est déterminée avant tout par la variété et les conditions pédoclimatiques.

Remerciements

Nous tenons à remercier M. Del Rizzo (ACW) pour la conduite des essais au champ et Ph. Esselborn, J.-F. Parisod et W. Schild, d'ACW, pour leur assistance technique lors des analyses rhéologiques. Nous remercions également I. Lavoie-Fleury pour la recherche de littérature.

Bibliographie

- Ayoub M., Guertin S., Fregeau-Reid J. & Smith D. L., 1994. Nitrogen fertilizer effect on bread-making quality of hard red spring wheat in eastern Canada. *Crop. Sci.* **34**, 1346-1352.
- Bar-L'Helgouac'h C., 2000. Qualité technologique des blés. Le choix variétal et la fertilisation sont déterminants. *Perspectives Agricoles* **253**, 42-43.
- Behera U. K., Saiprasad S. V. & Pradhan S., 2008. Influence of planting dates and N levels on yield and quality of durum wheat. *Indian Journal of Agricultural Sciences* **78**, 599-603.
- Boehm D. J., Berzonsky W. A. & Bhattacharya M., 2004. Influence of N fertilizer treatments on spring wheat, flour characteristics and effects on fresh and frozen dough quality. *Cereal Chem.* **81**, 51-54.

- Borghini B., Giordani G., Corbellini M., Vaccino P., Guermandi M. & Toderi G., 1995. Influence of crop rotation, manure and fertilizers on bread making quality of wheat. *Eur. J. Agron.* **4**, 37-45.
- Debaeke P., Aussenac T., Fabre J. L., Hilaire A., Pujol B. & Thuries L., 1996. Grain nitrogen content of winter bread wheat (*triticum aestivum* L.) as related to crop management and to the previous crop. *Eur. J. Agron.* **5**, 273-286.
- Gandhi S. M. & Nathawat K. S., 1967. Influence of N fertilization on quality characters in a few varieties of common wheat. *Indian Journal of Agricultural Sciences* **38**.
- Garrido-Lestache E., Lopez-Bellido R. J. & Lopez-Bellido L., 2004. Effect of N rate, timing and splitting and N type on bread-making quality in hard red spring wheat under rainfed mediterranean conditions. *Field Crops Research* **85**, 213-236.
- Garrido-Lestache E., Lopez-Bellido R. J. & Lopez-Bellido L., 2005. Durum wheat quality under mediterranean conditions as affected by N rate, timing and splitting, N form and S fertilization. *European Journal of Agronomy* **23**, 265-278.
- ICC-Standards, 1999. Standard Methods of the International Association for cereal Science and Technology (ICC), ICC, Vienna.
- Johansson E., Prieto-Linde M. L. & Jönsson J. O., 2001. Effects on wheat cultivars and N application on storage protein composition and breadmaking quality. *Cereal Chem.* **78**, 19-25.
- Kleijer G., 2002. Sélection des variétés de blé pour la qualité boulangère. *Revue suisse Agric.* **34**, 253-259.
- Le Bail M., 2000. Evaluer la qualité des céréales de la parcelle au bassin d'approvisionnement, itinéraires techniques et maîtrise du taux de protéines. *FaçSADe* **8**, 1-4.
- Lebrun D., Bar-L'Helgouac'h C., Salvo L. & Dubois M., 2001. Fertilisation azotée: quelles con-
- séquences sur la qualité des protéines du blé tendre. *Perspectives agricoles* **266**.
- Le Souder C., Bouthier A. & Castillon P., 1995. Itinéraires techniques et qualité. Un point clé: la fertilisation azotée. *Perspectives agricoles* **203**, 14-17.
- Levy L., Schwaerzel R. & Kleijer G., 2007. Influence de la fumure azotée sur la qualité des céréales panifiables. *Revue suisse Agric.* **39**, 255-260.
- Martin R. J., Sutton K. H., Moyle T. N., Hay R. L. & Gillespie R. N., 1992. Effect of N fertilizer on the yield and quality of six cultivars of autumn sown wheat. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* **20**, 273-282.
- McDonald G. K., 1992. Effects of Nitrogenous fertilizer on the growth, grain yield and grain protein concentration of wheat. *Aust. J. Agric. Res.* **43**, 949-67.
- Pedersen L. & Jorgensen J. R., 2007. Variation in rheological properties of gluten from three biscuit wheat cultivars in relation to nitrogen fertilisation. *Journal of Cereal Science* **46**, 132-138.
- Ryser J. P., Walther U. & Flisch R., 2001. Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages. *Revue suisse Agric.* **33**, 30-35.
- Smith G. P. & Gooding M. J., 1999. Models of wheat grain quality considering climate, cultivar and N effects. *Agricultural and forest Meteorology* **94**, 159-170.
- Saurer W., Achermann J., Tièche D., Rudin P. M. & Mändli K., 1991. Das Bewertungsschema 90 für die Qualitätsbeurteilung von Weizenzüchtungen. *Landwirtschaft Schweiz* **4**, 55-57.
- Scherom P., Martin G., Bergoin A. & Autran J. C., 1992. Influence of N fertilization on the potential bread-baking quality of 2 wheat cultivars differing in their responses to increasing N supplies. *Cereal Chem.* **69**, 664-670.

Zusammenfassung

Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Qualität von Biskuitweizen

Über drei Jahre wurde eine Studie an zwei verschiedenen Versuchstandorten zur Beurteilung der Auswirkungen einer steigenden Stickstoffdüngung auf die Qualität von Biskuitweizen durchgeführt. Drei Biskuitweizensorten wurden auf vier verschiedenen N-Düngungsniveaus und bei zwei verschiedenen Düngerarten (Harnstoff und Ammoniumnitrat) verglichen. Die Qualitätskriterien für Biskuitweizen stehen den für Brotweizensorten ausschlaggebend Kriterien entgegen. Die Biskuitweizenqualität wird einerseits von den klimatischen und standörtlichen Bedingungen und andererseits von den genetischen Eigenschaften einer Sorte beeinflusst. Die N-Düngung hat auch einen signifikanten Einfluss auf viele Qualitätskriterien. Die Auswirkungen sind jedoch nicht immer günstig. Eine steigende N-Düngung führt zu höheren Werten bei Parametern, welche niedrig bleiben sollten, wie beispielsweise der Proteingehalt, der Zelenywert oder die Wasserabsorption. Hingegen hat eine erhöhte N-Gabe einen positiven Einfluss auf die Teigdehnbarkeit, welche für Biskuitweizen hoch sein sollte.

Summary

Influence of nitrogen fertilisation on the quality of biscuit cereals

A three years study was carried out in two experimental sites to analyse the influence of increasing nitrogen fertilisation on biscuit making quality parameters of wheat. Three varieties were compared according to four different nitrogen fertilisation levels and two types of fertilisation: urea or ammonium nitrate. The quality parameters for biscuit making wheat are characteristic and often opposed to the quality value wanted for bread making wheat. The variety and the pedoclimatic conditions influence strongly the wheat quality. Nitrogen fertilisation has a significant impact on many parameters but its effect is mainly unfavourable to the biscuit quality. An increasing amount of nitrogen leads to higher values which should stay at a low level like the protein content, the Zeleny value or the water absorption. However, the nitrogen has a positive influence on the dough extensibility which should be high for the biscuit making wheat.

Key words: wheat, biscuit quality, nitrogen fertilisation, yield.

Swiss granum, 2008. Quantités livrées. Adresse: http://swissgranum.ch/pdf/5cf2_F_Quantite_1ivrees.pdf [20décembre 2008].

Sowers K. E., Miller B. C. & Pan W. L., 1994. Optimizing grain yield in soft white winter wheat with split nitrogen applications. *Agron. J.* **86**, 1020-1025.

Varga B., Svečnjak Z., Jurkovic Z., Kovacevic J. & Jukic Z., 2003. Wheat grain and flour quality as affected by cropping intensity. *Food Technol. Biotechnol.* **41**, 321-329.

Varga B. & Svečnjak Z., 2005. The effect of late-season urea spraying on grain yield and quality of winter wheat cultivars under low and high basal N fertilization. *Field Crops Research* **96**, 125-132.

Wieser H. & Seilmeier W., 1997. The influence of N fertilisation on quantities and proportions of different protein types in wheat flour. *J. Sci. Food Agric.* **76**, 49-55.

Riassunto

Influenza della concimazione azotata sulla qualità dei frumenti della classe biscuit

Uno studio di tre anni è stato svolto in due luoghi di prova per esaminare l'influenza della concimazione azotata su i parametri di qualità dei frumenti biscuit di tipo «petit-beurre». Tre varietà di frumento biscuit sono state comparate secondo quattro livelli di concimazione azotata e secondo due tipi di fertilizzante azotato: l'urea e il nitrato ammonico. I criteri di qualità ricercati per il frumento panificabile sono specifici e sovente opposti ai valori ricercati per il frumento panificabile. La concimazione azotata agisce su numerosi parametri in maniera rilevante, ma il suo effetto non è favorevole alla qualità biscuit. Porta a un incremento di valori che dovrebbero rimanere bassi come il tenore di proteine, l'indice di Zeleny, l'assorbimento di acqua della farina o la forza della pasta. L'azoto ha invece un'influenza benefica sull'estensione della pasta che deve essere alta per i frumenti biscuit. Le varietà e le condizioni pedoclimatiche sono dei fattori decisivi per la qualità biscuit.

Convivial, puissant et efficace

La nouvelle génération de nettoyeurs haute pression à eau chaude



KÄRCHER développe constamment de nouvelles technologies innovantes ainsi que des appareils répondant aux plus hautes exigences.

Ainsi, chaque utilisateur trouve l'appareil approprié à ses propres besoins. Les caractéristiques principales des nouvelles gammes «medium/super class» de nettoyeurs haute pression à eau chaude sont:



En mode ECO, la machine maintient une température de 60° sans tenir compte d'un autre réglage préalable, ce qui lui confère une économie de fioul de 20%.

- Maniabilité
- Grande puissance de nettoyage
- Utilisation aisée
- Convivialité et indicateur de service
- Durée de vie prolongée
- Ecologique



Kärcher SA • Croix-du-Péage • 1029 Villars-Ste-Croix
Infoline 0844 850 863 • Fax 0844 850 865
www.kaercher.ch • info.verkauf@kaercher.ch



Doseur d'humidité portable Dickey-John M-20P



La nouvelle génération est disponible
REPLISSEZ, MESUREZ, LISEZ

Rapide et non sensible aux vibrations.
Prêt pour 16 récoltes différentes.
Les autres téléchargeables sur Internet.

AgriTechno L'agriculture de précision

Case postale 24 – CH-1066 Epalinges
Tél. 021 784 19 60 – Fax 021 784 36 35 – GSM 079 333 04 10
E-mail: agritechno-lambert@bluwin.ch

Wir bieten die Chance zur selbstständigen Führung und Weiterentwicklung unseres Betriebes und suchen Sie als:

Betriebsleiter/In Rebschule

Die Aufgaben

- Leitung der Rebenpflanzguterzeugung
- Weiterentwicklung der Produktionsmethoden
- Selektion und Prüfung von Klonen und Neuzüchtungen
- Mithilfe bei Kundenbetreuung und Marketing

Die Anforderungen

- FH-Abschluss (Bachelor, Master)
- Kenntnisse in Pflanzenbau und Weinbau
- Führungs- und Organisationsqualitäten
- engagiert, belastungsfähig und flexibel
- gute Sprachkenntnisse in Deutsch, Französisch ev. Italienisch und Englisch
- an langjährigem Engagement interessiert, ortsunabhängig

Wir sind

- ein führendes Traditionsunternehmen (seit 1921).
- schweizweit und europaweit aktiv.
- innovativ und modern. Mehr über uns auf www.reben.ch.

Wir bieten

- der Aufgabe entsprechend gute Entlohnung.
- moderne und grosszügige Infrastruktur.
- ein angenehmes Betriebsklima.

Ihre schriftliche Bewerbung mit den üblichen Unterlagen richten Sie bitte per Mail oder per Post an:



REBSCHULEN ANDREAS MEIER & Co.
5303 Würenlingen | T 056 297 10 00
office@rebschule-meier.ch | www.reben.ch