

Les applications automnales de l'azote et du potassium et leurs effets sur la rusticité hivernale du pâturin annuel

Résumé :

La fertilisation automnale peut avoir un impact important sur la capacité d'acclimatation des plantes. Les recommandations sur les pratiques de fertilisation à l'automne varient grandement et semblent propres à chaque espèce. Un projet de recherche sur la fertilisation granulaire axé sur la réponse du pâturin annuel à l'azote (N) et au potassium (K) appliqués à l'automne a été mis en œuvre pour connaître les effets de ces fertilisations sur la résistance au froid, et pour déterminer s'il existe un lien entre la résistance des plantes au froid, l'équilibre nutritif des sols et la teneur en éléments nutritifs des tissus. L'azote et le potassium ont été appliqués à 0, 1,22, 2,44 et 4,88 g m⁻² dans un plan factoriel complet pour un total de 16 doses d'engrais appliquées toutes les deux semaines, du 15 août au 1er octobre en 2014 et en 2015. Le sulfate d'ammonium et le sulfate de potassium étaient les sources d'azote et de potassium respectivement. La résistance au froid a été évaluée à quatre reprises au cours du processus d'acclimatation; toutefois, le dernier essai, en novembre, présentait les taux de résistance au froid les plus élevés et des écarts statistiques appréciables. Les résultats ont montré qu'un taux d'équilibre des deux nutriments fournissait le plus haut niveau de résistance au froid. Les facteurs optimaux de résistance au froid sont corrélés avec des taux d'azote dans le tissu végétal entre 2,5 - 3 % et entre 2,25 - 2,75 % pour le potassium. Des quantités excessives d'azote et de potassium ont réduit la résistance au froid du pâturin annuel. L'azote (estimé) et le potassium du sol n'ont pas eu d'incidence sur la résistance au froid, ce qui donne à penser que lors d'une utilisation optimale des programmes de fertilisation afin d'améliorer la résistance au froid, les résultats des analyses tissulaires sont plus représentatifs de l'état nutritionnel de la plante.

Introduction

Les verts de pâturin annuel (*Poa annua* L.) subissent souvent des dommages hivernaux en raison de plusieurs facteurs, dont la dessiccation, l'anoxie, l'hydratation précoce de la couronne, les maladies hivernales et l'exposition directe à des températures de froid extrême. Afin d'atténuer ces problèmes potentiels, les surintendants de terrains de golf concentreront leurs pratiques culturales sur l'emploi de plantes saines qui s'acclimateront aux températures froides durant l'automne. Ils pourront aussi mettre en place des systèmes de bâches pour prévenir la dessiccation et l'exposition directe aux températures froides.

Le programme de fertilisation est l'une des pratiques culturales les plus importantes utilisées pour les verts. Ils sont principalement conçus pour promouvoir une surface de jeu attrayante pendant la saison de golf; toutefois, leur effet sur la résistance au froid a produit des résultats variés. Taulavuori et coll. (2014) ont passé en revue 50 articles et ont constaté qu'il existe une relation entre les applications d'azote (N) pendant la période d'acclimatation et une amélioration générale de la résistance au gel chez certaines espèces végétales. Carroll et Welton (1939) ont découvert que des applications élevées d'azote se traduisaient par des poids de couronne plus élevés dans le pâturin des prés. La recherche sur le potassium (K) a donné des résultats variables. Marklan et Roberts (1967) ont constaté qu'avec l'augmentation des

applications de potassium, les taux d'hydratation de la couronne diminuaient pour l'agrostide stolonifère, et Hurto et Troll (1980) ont démontré une corrélation positive entre les taux de potassium des tissus et la résistance au froid de l'ivraie vivace. Ebdon et coll. (2013) ont constaté que lorsque l'azote ou le K est limité, l'efficacité des nutriments de l'autre est compromise. Hurto et Troll (1980) recommandent un rapport de 2:1 N:K, tandis que Webster et Ebdon (2005) ont constaté que des rapports de 1:4 à 2:1 amélioraient la prévention des blessures hivernales quand l'azote était appliqué à des doses de 5 à 15 g m⁻² an⁻¹ avec des taux moyens à élevés de K de 22 à 24 g m⁻² an⁻¹.

Les objectifs de cette étude étaient de déterminer :

- 1) les effets de l'azote et du potassium appliqués en automne sur la résistance au froid du *Poa annua* L.
- 2) la relation entre la résistance au froid des plantes et leur teneur en tissus végétaux
- 3) l'impact de carences ou d'excès de nutriments dans les tissus sur la résistance au froid des plantes

Matériaux et procédés

Un vert de pâturin annuel à base de sable aux normes de l'USGA produit en 2012 a été utilisé pour établir des parcelles de 1 m x 2 m au Prairie Turfgrass Research Centre (PTRC) à Olds (Alberta). Toutes les parcelles ont été fertilisées aux deux semaines tout au long de l'été pour s'assurer qu'il n'y ait aucune carence avant le début de l'essai. Les parcelles ont été disposées dans un arrangement de 4 répliques de blocs aléatoires complets à deux facteurs (un total de 64 parcelles). Toutes les parcelles ont été fertilisées avec du sulfate d'ammonium (N) et du sulfate neutre de potassium (K) d'après leur numéro de traitement (Tableau 1) le 15 août, le 1er septembre, le 15 septembre et le 1er octobre en 2014 et 2015.

Tableau 1 : Sommaire des traitements d'engrais appliqués sur le pâturin annuel en 2014 et 2015 au CRTP d'Olds, en Alberta.

Traitement #	Azote (g*m ⁻²)	Potassium (g*m ⁻²)
1	0	0
2	0	1.22
3	0	2.44
4	0	4.88
5	1.22	0
6	1.22	1.22
7	1.22	2.44
8	1.22	4.88
9	2.44	0
10	2.44	1.22
11	2.44	2.44
12	2.44	4.88
13	4.88	0
14	4.88	1.22
15	4.88	2.44
16	4.88	4.88

Des échantillons de sol et de tissus ont été récoltés au début de l'essai (le 15 août), ainsi que le 15 septembre et le 15 octobre de chaque année. Ils ont été envoyés aux Brookside Laboratories (Ohio, É.-U.) où l'extractif Mehlich III a été utilisé pour déterminer la quantité de phosphore et de potassium dans le sol.

Des échantillons de plantes entières ont été prélevés à l'aide d'une sonde à neutrons d'un diamètre de 2 cm pour déterminer le poids de la couronne et la température létale (TL₅₀) dans les semaines du 6 octobre, 20 octobre, 3 novembre et 24 novembre 2014, ainsi que les semaines du 20 octobre, 3 novembre et 24 novembre 2015. Huit des échantillons de la sonde à neutrons ont été placés dans des éprouvettes pour déterminer la résistance au froid selon une méthodologie comme celle décrite par Tompkins et coll. (2004). Une motte supplémentaire provenant des échantillons de pots Mason a été maintenue à 4 °C jusqu'à sa transplantation dans un terreau d'empotage (Sunshine Mix n°1) pour l'analyse de repousse. C'est ce témoin non traité qui a servi pour les tests TL₅₀. Les éprouvettes ont été placées dans un bain circulant (Modèle TL50, Neslab Instruments) et les plantes ont pu s'équilibrer pendant la nuit à -2 °C. La température a ensuite été réduite de 2 °C h⁻¹ de façon graduelle. Lorsque les températures cibles déterminées par Tompkins et coll. (2000) ont été atteintes, une éprouvette contenant une plante de chaque traitement a été retirée, et la température du bain a continué de diminuer de 2 °C. Des plantes ont été retirées à -4 °C, -6 °C, -8 °C, -10 °C, -12 °C, -14 °C, -16 °C et -18 °C. Après l'essai de résistance au froid, les mottes ont été maintenues à 4 °C pendant la nuit. Elles ont ensuite été placées dans des puits à semence de 5 cm de diamètre contenant un terreau de rempotage sans terre, et ont pu repousser dans la serre à des températures de 23/18 °C jour/nuit. Après quatre semaines, les plantes vivantes ont été isolées et comptées pour déterminer le taux de résistance au froid de chaque traitement. Ces résultats sont notés sous la forme d'une valeur TL₅₀, qui représente la température la plus basse à laquelle 50 % des plantes ont survécu.

Le pourcentage d'humidité de la couronne a été déterminé au moyen d'une méthodologie semblable à celle de Tompkins et coll. (2000), avec certaines modifications. Deux échantillons provenant de la sonde à neutrons ont été utilisés pour isoler 25 couronnes. La verdure a été coupée pour laisser 5 mm de tissu au-dessus de la base de la couronne, et les racines ont été coupées à 5 mm sous la base. Les couronnes ont été épongées avec du papier essuie-tout pour déterminer le poids frais. Les couronnes ont été placées dans une enveloppe à monnaie n° 1 puis dans l'étuve à 70 °C pendant 24 heures. Le pourcentage d'humidité de la couronne pour chaque parcelle a été défini après avoir pesé le poids sec de chaque échantillon.

La reprise printanière, ou verdoisement, a été évaluée visuellement sur une échelle de 1 à 9 : 1 = gazon dormant/mort, et 9 = gazon idéal vert et dense (NTEP, 2016). Chaque parcelle a été notée 4 fois, de la dernière semaine de mars à la dernière semaine d'avril en 2014 et 2015.

Toutes les données ont été analysées à l'aide du logiciel JMP 11 pour l'analyse de variance. Le test HSD de Tukey a été utilisé pour la comparaison des moyennes, le cas échéant. Des statistiques sommaires sont présentées quand l'interaction N:K a empêché l'analyse d'effets majeurs.

Résultats et discussion :

Pourcentage d'humidité de la couronne :

Il n'y a pas eu d'interaction entre les deux années dans les données d'humidité de la couronne; par conséquent, deux années de données ont été analysées à l'aide du test HSD de Tukey (Tableau 2). Le potassium n'a eu aucune influence sur le taux d'humidité de la couronne en Alberta, contrairement aux applications d'azote. Les taux d'humidité de la couronne se sont accrus avec l'augmentation des quantités d'azote. Carroll et Welton (1939) ont également constaté qu'avec un apport d'azote accru, le taux d'humidité de la couronne s'intensifiait dans le pâturin des prés. Marklan et Roberts (1967) ainsi que Hurto et Troll (1980) ont trouvé des résultats contrastés dans les études sur l'agrostide stolonifère et l'ivraie vivace respectivement; en général, ils ont observé qu'au fur et à mesure que les applications de potassium augmentaient, l'humidité de la couronne diminuait. Ces résultats contradictoires suggèrent que les pâturins répondent différemment aux applications d'azote et de potassium pendant la période d'acclimatation que les deux autres espèces de graminées mentionnées.

Résistance au froid :

Une interaction significative entre les deux années a été observée pour la TL₅₀; par conséquent, les données des années 1 et 2 sont présentées séparément. Cela n'a pas été une surprise puisque les conditions météorologiques automnales ont varié entre 2014 et 2015. Les deux années ayant connu des températures automnales douces, les dates d'échantillonnage optimales pour déterminer la résistance au froid ont été les 24 novembre 2014 et 20 novembre 2015. La première année, la résistance au froid la plus élevée (-15 °C) a été observée à des taux de 1,22 et 2,44 g N m⁻² pour un potassium à 1,22 et 2,44 g K m⁻². La meilleure résistance au froid a été observée dans les parcelles traitées avec 1,22 g N m⁻² pour 1,22 g K m⁻² (tableau 3a). La deuxième année, la résistance au froid la plus élevée (-15 °C) a été observée à 2,44 g N m⁻² pour 1,22 g K m⁻². Les taux d'engrais optimaux pour la résistance au froid étaient les suivants : 1,22 -2,44 g N m⁻² pour 1,22 g K m⁻² (tableau 3 b).

Tableau 2 (a). Réaction de l'humidité de la couronne en fonction des taux d'azote appliqués pendant la période d'acclimatation. **(b)** Réaction de l'humidité de la couronne en fonction des taux de potassium appliqués pendant la période d'acclimatation.

2a : Rôle de l'azote :		
N (g/m ²)	% d'humidité	
4,88	74,03	A*
2,44	69,41	B
1,22	69,27	B
0	65,65	C

2 b : Rôle du potassium :		
N (g/m ²)	% d'humidité	
2,44	70,34	A*
1,22	70,15	A
4,88	69,36	A
0	68,51	A

*Les taux d'humidité en % avec des lettres qui varient sont statistiquement différents au taux de p>0,05 en utilisant le test HSD de Tukey.

Tableau 3. (a) Moyennes MMC et statistiques sommaires pour les résultats de l'année 1. **b)** Moyennes MMC et statistiques récapitulatives pour les résultats de l'année 2.

3a : Résultats de l'année 1 pour la résistance au froid, l'état nutritionnel des tissus et la reprise printanière moyenne						3b : Résultats de l'année 2 pour la résistance au froid, l'état nutritionnel des tissus et la reprise printanière moyenne					
N (gm²)	K (gm²)	TL50 (°C)	% N tissus	% K tissus	Reprise printanière	N (gm²)	K (gm²)	TL50 (°C)	% N tissus	% k tissus	Reprise printanière
0	0	-11,25 _c	1,86	2,06	1,50	0	0	-7,00 _g	1,20	1,54	1,81
0	1,22	-11,25 _c	2,14	3,14	1,50	0	1,22	-9,50 _{defg}	2,62	1,72	1,25
0	2,44	-12,25 _b	1,51	2,95	1,66	0	2,44	-9,25 _{efg}	1,97	1,38	2,00
0	4,88	-10,88 _d	1,71	3,89	1,38	0	4,88	-10,25 _{cde}	3,54	2,08	2,00
1,22	0	-12,00 _{bc}	3,53	2,05	2,94	1,22	0	-11,25 _{cd}	2,88	1,93	3,38
1,22	1,22	-13,25 _a	2,86	2,50	3,19	1,22	1,22	-13,50 _{ab}	2,72	1,92	3,69
1,22	2,44	-12,25 _b	2,96	3,30	2,91	1,22	2,44	-11,50 _{bcd}	3,46	2,52	3,75
1,22	4,88	-11,25 _c	2,29	3,22	2,13	1,22	4,88	-10,25 _{cde}	2,55	2,07	2,56
2,44	0	-10,75 _d	3,33	1,95	4,31	2,44	0	-11,25 _{cd}	2,70	2,00	4,81
2,44	1,22	-12,25 _b	3,01	2,83	3,44	2,44	1,22	-14,25 _a	3,05	2,45	4,38
2,44	2,44	-12,75 _{ab}	3,09	3,28	3,06	2,44	2,44	-13,25 _{ab}	3,44	2,45	3,44
2,44	4,88	-11,00 _{cd}	2,98	3,96	2,94	2,44	4,88	-12,00 _{bc}	2,62	2,86	3,13
4,88	0	-10,75 _d	3,95	1,71	5,00	4,88	0	-10,00 _{def}	3,09	2,94	5,00
4,88	1,22	-11,25 _c	3,96	2,89	5,19	4,88	1,22	-10,25 _{cde}	3,02	2,27	5,38
4,88	2,44	-10,50 _d	4,29	4,17	4,25	4,88	2,44	-10,75 _{cde}	2,53	1,95	4,50
4,88	4,88	-11,63 _{bc}	3,19	4,02	3,44	4,88	4,88	-9,50 _{defg}	3,35	1,94	4,19

*Les taux d'humidité en % avec des lettres qui varient sont statistiquement différents au taux $p \leq 0,05$ en utilisant le test HSD de Tukey.

†Statistiques sommaires de la performance moyenne par plans de traitement respectifs

Analyse tissulaire, état du sol et performance TL₅₀:

Les résultats des analyses de sol n'ont pas établi de corrélation avec la résistance au froid. Cela n'est pas surprenant en raison de la nature fluide du cycle de l'azote et des résultats approximatifs définis par les essais en laboratoire. Les résultats sur l'humidité de la couronne soulignent l'importance du taux d'application de l'azote et son effet sur l'amélioration ou la réduction des performances hivernales.

Au cours de la première année, une résistance au froid plus élevée a été observée quand les taux d'azote dans les tissus se situaient entre 2,5 et 3 %, et les taux de potassium entre 2,5 et 3,3 % (tableau 3a). Au cours de la deuxième année, une résistance au froid plus élevée a été observée quand le taux d'azote dans les tissus se situait entre 2,7 et 3,05 %, et le taux de potassium entre 1,92 et 2,45 % (tableau 3 b).

Reprise printanière :

En général, l'azote entraînait la régénération printanière des parcelles gazonnées, tandis que le potassium ne semblait pas avoir d'influence. Wehner et coll. (1988) ont constaté que les applications d'urée à la fin de l'automne amélioraient la qualité printanière du pâturin des prés, et Munshaw et coll. (2005) ont constaté que des applications judicieuses d'azote au cours de l'automne favorisaient la rétention des couleurs sur l'herbe des Bermudes. Le pâturin annuel à Olds (Alberta), qui a reçu 2,44 et 4,88 g de N m⁻² a maintenu sa couleur verte pendant la saison hivernale et avait des taux de reprise plus élevés au printemps.

Conclusions

Les taux de fertilisation pendant la période d'acclimatation jouent un rôle important pour améliorer la résistance au froid en début d'hiver. On a constaté une incidence négative sur la résistance du pâturin annuel à l'exposition directe aux températures froides dans les cas suivants : un taux très élevé d'azote (4,88 g N m⁻²), aucune application d'azote et un taux très élevé de potassium (4,88 g N m⁻²), pendant la période d'acclimatation. Ces résultats s'apparentent à ceux des observations de Tompkins et coll. (2000). C'est avec des taux tissulaires d'azote entre 2,5 et 3 % et de potassium entre 2,25 et 3 % que les valeurs de résistance au froid les plus élevées ont été observées. La meilleure performance globale pour la résistance au froid et de la reprise printanière a été obtenue lorsque l'azote et le potassium étaient appliqués dans les rapports 1:1, 2:1, ou 1:2. Les programmes de fertilisation automnale sur des verts de pâturin annuel affecteront la capacité du vert à survivre à l'exposition directe au froid pendant l'hiver; cependant, ils n'élimineront pas la nécessité d'appliquer des engrais au printemps pour favoriser une reprise plus rapide (Wehner et coll., 1988).

En raison des restrictions liées à l'utilisation d'une approche granulaire, les applications ont été réalisées en grains grossiers et peuvent ne pas vraiment représenter les méthodes actuellement utilisées par la plupart des surintendants. Une approche foliaire sur les mêmes verts de pâturin annuel est actuellement mise en pratique pour déterminer si l'ajustement du programme de fertilisation permettra de recommander un rapport N:K plus définitif.

Références :

- Carroll, J.C. et F.A. Welton. 1939. Effects of heavy and late applications of nitrogenous fertilizer on the cold resistance of Kentucky bluegrass. *Plant Physiol.* 18:19-36.
- Ebdon, J.S., M. DaCosta, J. Spargo, et W.M. Dest. 2013. Long-term Effects of Nitrogen and Potassium Fertilization on Perennial ryegrass Turf. *Crop Sci.* 53:1750-1761.
- Hurto, K.A. et J. Troll. 1980. The influence of nitrogen:potassium ratios on nutrient content and low temperature hardiness of perennial ryegrass, p. 114. Dans : *Agronomy abstracts.* Amer. Soc. Agron., Madison, WI.
- Markland, F.E. et E.C. Roberts. 1967. Influence of varying nitrogen and potassium levels on growth and mineral composition of *Agrostis palustris*. *Huds*, p.53. Dans : *Agronomy abstracts.* Amer. Soc. Agron., Madison, WI.

- Munshaw, G.C., E.H. Ervina, C. Shang, S.D. Askew, X. Zhang, et R.W. Lemus. 2005. Influence of Late-Season Iron, Nitrogen and seaweed extract on Fall Color Retention and Cold tolerance of Four Bermudagrass Cultivars. *Crop Sci.* 46:273-283.
- National Turfgrass Evaluation Program. 2016. A Guide to NTEP ratings. [En ligne] À la page <http://www.ntep.org/reports/ratings.htm#quality> consultée le 4 novembre 2016.
- Taulavuori, K., E. Taulavuori, et L.J. Sheppard. 2014. Truths or myths, fact or fiction, setting the record straight concerning nitrogen effects on levels of frost hardiness. *Env. And Exp. Botany.* 106:132-137.
- Tompkins D.K., J.B. Ross, et D.L. Moroz. 2000. Dehardening of annual bluegrass and creeping bentgrass during late winter and early spring. *Agron. J.* 92:5-9.
- Webster D.E. et J.S. Ebdon. 2005. Effects of Nitrogen and Potassium Fertilization on Perennial Ryegrass Cold tolerance During Deacclimation in Late Winter and Early Spring.
- Wehner, D.J., J.E. Haley, et D.L. Martin. 1988. Late Fall Fertilization of Kentucky bluegrass. *Agron. J.* 80:466-471.