

Projet RD-12: Stabilisation des engrais liquides par l'ajustement de pH et l'ajout d'agents de suspension

A. OBJECTIFS SCIENTIFIQUES OU TECHNOLOGIQUES

Déterminer les effets des agents structurants et du pH sur la stabilité des engrais liquides durant l'entreposage.

Déterminer la température de cristallisation des engrais liquides.

B. SAVOIR TECHNOLOGIQUE OU BASE DE CONNAISSANCES

Agro-100 a développé durant les dix dernières années, une gamme d'engrais liquides contenant un élément nutritif ou un mélange. Par combinaison de logique rationnelle et de connaissances acquises par les multiples expérimentations, chez les producteurs aussi bien qu'en serre, une stratégie a été élaborée. Dans ce cadre, la nutrition foliaire, seule ou en complément, peut constituer un programme complet de fertilisation. La nutrition foliaire offre certains avantages spécifiques par rapport à l'application classique au sol. En premier lieu, la nutrition foliaire évite la compétition entre le complexe du sol et la partie racinaire de la plante pour les éléments administrés. Appliqués au sol, les éléments peuvent être, en tout ou en partie, perdus par des réactions secondaires (précipitation et/ou adsorption sur le complexe du sol), lessivage, mauvaise localisation, en fonction de la forme chimique sous laquelle ils auront été administrés. Il en résulte une plus grande efficacité des applications foliaires, parce que les éléments appliqués sur la feuille sont totalement disponibles pour la plante.

La problématique grandissante pour l'industrie des fertilisants liquides est de fournir des produits stables à long-terme (au moins six mois), supportent les variations de température et compatibles avec les autres intrants agricoles. Le problème est d'autant plus aigu avec des engrais complexes et contenant les oligo-éléments. La qualité et le potentiel de conservation d'un engrais liquide dépend de plusieurs facteurs liés soit à la nature des ingrédients de base (solubilité, pH, compatibilité, habilité à former les complexes) et les caractéristiques physico-chimiques du produit final (pH, viscosité, ...). Une meilleure combinaison de ces facteurs est nécessaire pour l'obtention des produits facilement absorbés par le feuillage mais aussi stables.

SoyaGro est un engrais liquide contenant l'azote, le bore, le fer, le manganèse et le zinc. Il est utilisé dans les cultures de soya et de haricot. Cet engrais ne supporte pas les variations de température et cristallise de façon irréversible lorsqu'il est exposé à des températures proche de 0 °C. Des quantités importantes de SoyAgro non vendu sont perdues au printemps suivant. Nous croyons que ce problème de cristallisation peut être résolu par l'ajustement de pH et/ou l'ajout des additifs.

C. AVANCEMENT SCIENTIFIQUE OU TECHNOLOGIQUE

Acquérir les connaissances sur l'utilisation des agents structurants pour améliorer la stabilité des engrais.

Mettre au point des techniques permettant d'obtenir des engrais avec un point de cristallisation proche de 0 °C et une durée de stockage d'au moins six mois.

D. DESCRIPTION DES ACTIVITÉS MENÉES DANS L'ANNÉE VISÉE PAR LA DEMANDE

La première expérience consistait à évaluer l'effet du pH sur la cristallisation de SoyAgro. Des petites quantités de SoyAgro (250 g) ont été préparées. Le pH a été ajusté avec l'hydroxyde d'ammonium (28%). La concentration a été ajustée à 15, 16, 17, 18, 19 et 20% du produit final (SoyAgro) en poids, la concentration de NH₄OH dans la composition initiale de SoyAgro étant de 18%. Dans un deuxième temps, l'effet des additifs propylène glycol, glycérine, sorbitol et Attapulgite 40 a été évalués à des concentrations de 2,5 et 5% du produit final en poids. Dans les deux expériences, les quantités des sources d'oligo-éléments n'ont pas été modifiées. Les solutions ont été stockées à -15 et 4 °C pendant une semaine puis laissés à 25 °C sur une période de 6 mois. Les traitements ont été disposés en blocs complètement aléatoires répétés 5 fois.

Les mesures ont porté sur le pH de la solution finale et la viscosité immédiatement après la réalisation des mélanges, et la formation des cristaux, le gel ou la séparation des phases après 24 heures, 1, 2, 3 et 4 semaines, puis mensuellement sur une période de 5 mois. La viscosité des échantillons a été déterminée à une vitesse constante de cisaillement de 25 s⁻¹ dans un rhéomètre à déformation contrôlée (Rhéomètre ARES 100-FRT, TA instruments, New Castle, Delaware, USA). Une géométrie de type cylindre concentrique a été utilisée pour les mesures. Pour chacune des températures de mesure, environ 12 ml d'échantillon ont été versés délicatement dans la géométrie. Les échantillons ont été équilibrés à la température de consigne pendant 3 (20 ou 30°C) ou 10 minutes (5°C) avant le début des essais. La turbidité a été mesurée selon la méthode ASTM D1889-00 en utilisant le formazin comme standard.

Les données quantitatives (pH et viscosités) ont été soumises à un test d'homogénéité de la variance puis à une analyse de variance après transformation des données (logiciel SAS). Les moyennes des traitements ont été comparées à l'aide du test de la plus petite différence significative au niveau de probabilité d'erreur de 5 %.

Des essais avec des grandes quantités de SoyAgro (100 litres) ont été réalisés à l'usine à Joliette. Les solutions ont été soumises à un test de vieillissement (alternance de températures) et la formation de cristaux.

Résultats et conclusion

Les résultats obtenus montrent que le pH de la solution a eu une influence sur la stabilité du produit. Dans le cas présent, la stabilité du produit à long-terme a été obtenue à une valeur de pH de 7.6. Au-dessous de cette valeur, le SoyAgro tendait à cristalliser lorsqu'il était exposé à des températures inférieures à 4 °C; à la température ambiante, la cristallisation était lente. Dans tous les cas, la cristallisation est irréversible.

L'ajout de la glycérine à une concentration de 6% a permis d'empêcher complètement la formation des cristaux. Même si la solution gèle à -15 °C, le dégel est rapide (1 heures à la température) ambiante). Les fortes concentrations de propylène glycol tendaient à limiter la cristallisation. L'attapulgite, la gomme arabique et le polypropylène glycol, on a observé une séparation de la solution en deux phases. Une nouvelle formule de SoyAgro contenant 20% d'aqua ammonia et 6% de glycérine a été confectionnée. Les essais de vieillissement ont montré que ce produit est stable sur une période d'une année et plus sans formation de dépôt. Dans les essais à grande échelle avec cette nouvelle formulation, aucune formation de cristaux n'a été observée

Cette expérience montre que le pH est un élément-clé de la stabilité des engrais liquides et que l'ajout des additifs compatible permet d'améliorer cette stabilité. Dans la présence étude, la glycérine s'est avère un excellent stabilisateur de SoyAgro, possiblement en stimulant la polymérisation du bore et en jouant le rôle d'antigel. Les connaissances acquises seront utilisées pour améliorer la qualité de nos formulations.

Tableau 1. Effet de la concentration de l'aqua ammonia (NH ₄) dans la solution finale et de la température sur la stabilité de SoyAgro.					
%NH ₄	pH	4 °C		25 °C	
		2 s	4 cs	2 s	4 s
15	6,45	3	3	3	3
16	6,71	3	3	3	3
17	6,96	2	3	2	3
18	7,18	2	3	2	2
19	7,48	1	1	0	1
20	7,64	0	1	0	1
22	7,93	0	1	0	1

0: pas de cristaux (stable); 1: quelques cristaux; 2: beaucoup de cristaux; 3: cristallisation irréversible.

Tableau 2. Effet des additifs sur la stabilité de SoyAgro contenant 20% d'aqua ammonia après trois mois à 20-22 °C.

Additif	Concentration (g/100 g)	Viscosité (cP)	Turbidité (x 200 NTU)	Formation de cristaux
	g/100g	cP	NTU	
Témoin		293±6	436±17	3
Glycérine	2,5	420±13	517±21	1
	5	543±17	683±14	0
Propylène glycol	2,5	315±16	487±7	2
	5	320±29	571±8	1
Attapulgate	0,75	437±15	773±21	Dépot
	1,5	678±35	978±13	Dépot
Gomme	1	573±17	614±16	Dépot
	2	867±12	792±5	Dépot
Polypropylène glycol	2,5	676±14	789±9	Dépôt
	5	931±15	878±14	Dépôt

0: pas de cristaux (stable); 1: quelques cristaux; 2: beaucoup de cristaux; 3: cristallisation irréversible.