

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE - ALGER

المدرسة الوطنية العليا للبيطرة - الجزائر

PROJET DE FIN D'ETUDE
EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE

THEME :

**Impact de la complémentation alimentaire en
Mannanes-oligosaccharides et béta-glucanes
sur les performances de croissance
du poulet de chair élevé au chaud**

**Présenté par : LAMAMRA Salah
NASRI Zaki**

Soutenu le : 25 JUIN 2014

Devant le jury :

Présidente : Melle AIN BAZIZ Hacina, Professeur, ENSV.
Promotrice : Mme TEMIM Soraya, Professeur, ENSV.
Examineurs : SAHRAOUI Linda, Maitre-assistante A, ENSV.
ABED Mouna, Maitre-assistante B, ENSV

Année universitaire : 2013/2014

Dédicaces

*Au nom de Dieu le tout puissant et le très miséricordieux par
la grâce duquel j'ai pu réaliser ce modeste travail que je
dédie :*

*A vous, mes très **chers parents**, je ne pourrai jamais assez
exprimer mon éternel amour, respect et gratitude. Pour votre
amour, vos sacrifices, patience et tendresse, ce travail n'est
que le fruit de votre aide, conseils et encouragements.*

A toute la famille : LAMAMRA, NAIT SAADI

A mes cousins : Amine , Adel, Ghanou

A mes frères ; Sadam, Islam, Aissam, Anouss

*A Mes très chers amis : Nasro, Hacene, Abdou chicago, A malek
l ghanouchi, à ghani, Hamza rantissi*

A tous mes amis de l'ENSV et Bouraoui

*A tout le groupe **Numéro 7** de 5^{eme} et 4^{eme} année.*

A tous les étudiants de 5^{eme} année (2013-2014).

Dédicaces

*Au nom de Dieu le tout puissant et le très miséricordieux par
la grâce duquel j'ai pu réaliser ce modeste travail que je
dédie :*

*A vous, mes très **chers parents**, je ne pourrai jamais assez
exprimer mon éternel amour, respect et gratitude. Pour votre
amour, vos sacrifices, patience et tendresse, ce travail n'est
que le fruit de votre aide, conseils et encouragements.*

A ma sœur Hind.

A Mes frères Ahmed et Oussama.

A Mon très cher ami ZOUACHE HACENE.

*A mes amis : Basset, Adel, Karim, Housseem, Mouhamed,
Djamel, Ghanem, YAYA, Omar(direction générale), BELKA, A
Malek la famille, Aissa l Para.*

A mon binôme :Salah Lamamra

*A tout le groupe **Numéro 7** de 5^{eme} et 4^{eme} année.*

A tous les étudiants de 5^{eme} année (2013-2014).

Remerciements

Ce travail a été réalisé à la station expérimentale MONOGASTRIQUES de l'Institut Technique des Elevage de Baba Ali.

Nous tenons à remercier, notre promotrice, **M^{me} TEMIM Soraya**, Professeur à l'ENSV, pour sa patience, ses conseils, ses suggestions, son aide et tous ses encouragements nous ont permis de mener à bien ce travail. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde gratitude pour l'intérêt constant qu'elle a porté à ce travail.

Nous remercions vivement **m^{elle} Ain Baaziz Hassina**, Professeur à l'ENSV, de nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.

Nous adressons nos sincères remerciements à **Mme Sahraoui L, et Mme ABED M.**, Maitre-assistantes à l'ENSV, qui ont accepté de juger ce travail.

Enfin, nos vifs remerciements s'adressent également à toute **l'équipe de ITELV**, particulièrement, Mr TETAH Fayçal et Slimane pour leur contribution lors du suivi de l'essai.

Listes des figures

		Page
Figure 1	Schéma de la paroi de cellules de levure indiquant les couches de différents polysaccharides	09
Figure 2	Structure de (1,3) β -glucanes avec des ramifications β (1,6)	14
Figure 3	Mode d'action des bêta-glucanes dans la modulation de l'immunité	15
Figure 4	Représentation schématique de la répartition des lots expérimentaux au sein du bâtiment	19
Figure 5	Additif utilisé durant l'essai : AGRIMOS®	21
Figure 6	Vues (extérieure et intérieure) du bâtiment d'élevage utilisé pour l'essai	22
Figure 7	Effet des MOS et bêta-glucanes sur le poids vif et le gain de poids des poulets élevés au chaud.	28
Figure 8	Effet des MOS et bêta-glucanes sur l'ingéré alimentaire des poulets élevés au chaud.	30
Figure 9	Effet des MOS et bêta-glucanes sur l'indice de consommation et de conversion des poulets élevés au chaud.	32
Figure 10	Effet des MOS et bêta-glucanes sur la viabilité (%), le GMQ et l'index de production des poulets élevés au chaud.	34

Liste des tableaux

	Page
Tableau 01 Proportions de cellules immunitaires chez des animaux élevés à thermo neutralité et d'autre exposés à 39°C pendant 2 heures.	7
Tableau 02 Agglutination des bactéries pathogène par MOS	12
Tableau 03 Effet des MOS sur les performances de croissance du poulet de chair.	16
Tableau 04 Influence de MOS+ bêta-glucanes sur les performances et morphologie intestinale des poulets de chair.	17
Tableau 05 Caractéristiques des aliments utilisés durant l'essai.	20
Tableau 06 Programme de prophylaxie appliqué durant l'essai.	24
Tableau 07 Poids vif moyen et gain de poids moyen, par phase d'élevage et cumulés, des poulets nourris avec un aliment standard (lot Témoin) ou supplémenté en MOS et B-glucanes (lot additif).	27
Tableau 08 Ingéré alimentaire, par phase d'élevage et cumulé, des poulets nourris avec un aliment standard (lot Témoin) ou supplémenté en MOS et B-glucanes (lot additif) élevés au chaud.	29
Tableau 09 Indice de consommation et indice de conversion, par phase d'élevage et cumulé, des poulets nourris avec un aliment standard (lot Témoin) ou supplémenté en MOS et B-glucanes (lot additif) et élevés au chaud.	31
Tableau 10 Viabilité, GMQ et index de production des poulets nourris avec un aliment standard (lot Témoin) ou supplémenté en MOS et B-glucanes (lot additif) et élevés au chaud.	34

Résumé

L'objectif de cet essai est d'évaluer l'impact de la supplémentation alimentaire en additif à base de mannanes oligosaccharides (MOS) et béta-glucanes (extraits de la levure *Saccharomyces cerevisiae*) sur les performances zootechniques du poulet de chair soumis aux fluctuations naturelles de la chaleur estivale.

Au total, 720 poussin âgés d'1 jour ont été répartis en 2 lots (6 répétitions de 60 sujets) : un lot «Témoin» nourri avec un aliment standard adapté à l'âge et un lot «supplémenté» recevant le même aliment complémenté avec l'additif à raison de 2kg/tonne à la phase de démarrage, 1kg/tonne à la phase de croissance et 0,5kg/tonne à la phase de finition, et ce jusqu'à l'abattage à 49 jours. Durant tout l'essai, la température ambiante d'élevage était en moyenne de $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Dans nos conditions expérimentales, les taux de mortalités cumulés étaient comparables entre les 2 lots : en moyenne $0,97\% \pm 0,57$. Par ailleurs, l'addition de la combinaison de MOS et de béta glucanes n'a pas significativement modifié l'ingéré (-3%, $p=0,08$) et l'indice de conversion alimentaires (+3%, $p=0,16$) et a significativement réduit la croissance (-5%, $P<0,01$) des poulets exposés au chaud. Des études ultérieures devraient examiner d'autres doses de cet additif chez des poulets placés en conditions sanitaires moins favorables que celles de la présente étude.

Mots clés : poulet de chair, stress thermique, mannanes oligosaccharides (MOS), béta-glucanes, performances de croissance, mortalité.

Abstract

The present study aimed to evaluate the effect of the dietary supplementation with mannan-oligosaccharides (MOS) and beta-glucans (extracted from the yeast *Saccharomyces cerevisiae*) on the growth performances of the broiler chickens submitted to natural fluctuations of the summery ambient temperatures.

A total of 720 one-day-chicks were distributed into 2 groups (6 replicates of 60 birds): a "control" group was fed with a standard diet adapted to age and a "supplemented" group which received the same diet but supplemented with the additive at the level of 2kg/tone in the starting phase, 1kg/tone in to the growth phase and 0,5kg /t in the finishing phase and thus until the 49 days old. During all the experiment, the diurnal ambient temperature was on average of $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

In our experimental conditions, the rates of cumulated mortalities were similar between the 2 groups: on average $0.97\% \pm 0.57$. Otherwise, the addition of the combination of MOS and beta glucans didn't significantly alter feed intake (-3%, $p=0.08$) and feed conversion (+3%, $p=0.16$) but significantly reduced the growth (-5%, $P < 0.01$) of the chickens exposed to chronic heat stress. Further studies should examine the effect of other levels of this additive in chickens placed in less favorable sanitary conditions than those of the present experiment.

Key words: broiler chicken, heat stress, mannans oligosaccharides (MOS), beta-glucanes, growth performances, mortality.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم أثر الملحق الغذائي المسمى mannane-oligosaccharide et b ta-glucane عند الدجاج المسمن. المستخلص من غشاء خميرة طبيعية *Saccharomyce cerevisiae* على النمو والقابلية لمقاومة الحرارة لدى الدجاج المسمن المعرض للتغيرات الطبيعية أثناء الصيف.

في المجموع 720 صوص عمره يوم واحد قسم إلى فوجين (6 مجموعات في كل واحدة 60 صوص) فوج واحد شاهد مع أكل عادي ملائم للعمر و الآخر مغير بإضافة الملحق إلى نفس الغذاء بمقدار 2 كغ/طن في مرحلة الانطلاق, 1 كغ/طن في مرحلة النمو, 0.5 كغ/طن أثناء المرحلة النهائية.

خلال كامل الفترة التجريبية كانت الحرارة المحيطة تتراوح في المتوسط ما بين 1 ± 30 درجة.

في ظروفنا التجريبية المعدل الإجمالي لموت الدجاج كان متقارب في الفوجين بمتوسط 0.57 ± 0.97 . علي العموم إضافة هذا المركب إلى الغذاء لم يحسن كمية الاستهلاك ($p=0.08$, 3%-,) و التحويل ($p=0.16$, 3%+) بطريقة معبرة لكن أثر سلبيًا بطريقة معبرة على النمو ($p<0.01$, 5%-,) أثناء الحرارة.

دراسات أخرى ستعمل على تغير الكميات المضافة من الملحق إلى الأكل و في ظروف تجريبية أخرى أقل ملائمة من ظروفنا.

الكلمات المفتاحية: الدجاج المسمن, التأثير الحراري, mannane-oligosaccharide et b ta-glucane , نتيجة النمو, معدل الموت تهدف.

SOMMAIRE

Introduction.....	1
Etude bibliographique	
I. effet de la chaleur ambiante sur la physiologie du poulet de chair.....	4
I.1 Impact de la chaleur ambiante sur la température corporelle du poulet	4
I.2 Effet de la chaleur ambiante sur l'ingéré alimentaire, la croissance et la consommation hydrique du poulet.....	4
I.3. Effet de la chaleur ambiante sur le bilan énergétique du poulet	6
I.3.1 Utilisation digestive de l'aliment	6
I.3.2 Utilisation métabolique de l'aliment	6
II. Conséquences du stress thermique sur le système immunitaire	7
III. Les Mannanes-oligosaccharides et les bêta-glucanes : propriétés et effet chez le poulet de chair.....	8
III.1 Les Mannanes oligosaccharides.....	8
III.1.1 Définition	8
III.1.2 Composition chimique	9
III.1.3 Mode d'action du mannane-oligosaccharide	
➤ L'effet agglutinant : limiter l'attachement et le développement des pathogènes.....	10
➤ L'effet prébiotique : favoriser le développement d'une flore intestinale bénéfique.....	12
III.2 Les bêta-glucanes	13
III.2.1 Composition chimique	13
III.2.2 Mode d'action des bêta-glucanes.....	14
➤ Renforcement des défenses naturelle	15
• Modulation de l'immunité.....	15
IV. L'effet de combinaison de mannane-oligosaccharides et bêta-glucane	16
Matériels et méthodes	
I. Lieu, périodes et durée de l'essai.....	19
I.1 Animaux	19
I.2 Traitement expérimentaux.....	19
	20

I.3 Aliments	21
I.3.1 Modalités de la supplémentation en additif.....	22
I.4 Bâtiment d'élevage.....	23
II. Equipements d'élevage	23
II.1 Le matériel d'alimentation utilisé	23
II.2 Le matériel d'abreuvement	23
II.3 Matériel de chauffage	23
II.4 Le contrôle des variations de la température.....	23
II.5 La litière	23
III. Programme de prophylaxie.....	23
IV. Paramètres mesurés	24
IV.1 Poids vif moyen.....	24
IV.2 Gain de poids	25
IV.3 Ingéré alimentaire.....	25
IV.4 Indice de conversion alimentaire.....	25
IV.5 Indice de consommation alimentaire.....	25
IV.6 Taux de mortalité	26
IV.7 Index de production.....	26
IV.8 Étude statistique.....	26
Résultats	
I. Effets sur la croissance	27
II. Effet sur la consommation alimentaire.....	28
III. Effet sur les indices de conversion et de consommation alimentaires.....	30
IV. Effet sur la mortalité.....	33
V. Effet sur l'index de production	33
Discussion	34
Conclusion	36
Références	37

Durant ces dernières années, le passage d'une aviculture de type fermière et familiale vers une aviculture intensive, était le défi majeur de l'Algérie pour assurer une disponibilité en protéine d'origines animales au moindre coût à ces populations. De plus, la question de la sécurité alimentaire est particulièrement importante pour l'état, qui passe par le développement de ce secteur, à l'instar des autres secteurs stratégiques par l'amélioration et la disponibilité de la production.

Toutefois, l'essor de l'aviculture nationale est freiné par une contrainte majeure que sont les températures ambiantes élevées. En effet, l'Algérie est considérée comme un pays chaud avec, d'une part, une période de chaleur de plus en plus allongée correspondant à un stress thermique chronique ; et d'autre part, des pics de chaleurs fréquents, qui provoquent un stress thermique aigu (Temim, 2000). Ces conditions ambiantes entraînent des pertes économiques considérables pour les éleveurs en termes de baisse de croissance et d'accroissement des taux de mortalité des poulets.

En effet, les températures ambiantes (T_a) chaudes provoquent chez l'animal un stress thermique (ST) dont le type diffère selon la durée d'exposition et l'amplitude de l'élévation de la T_a . Ainsi, lors d'élévation brutale et de courte durée (quelques heures), le poulet subit un stress thermique aigu, qualifié de coup de chaleur. Lors d'élévation modérée, généralement cyclique (entre 29 et 35°C, T_a plus fraîche la nuit) et sur une période prolongée (de quelques jours à quelques semaines), le stress thermique est dit chronique.

Les réponses de l'animal diffèrent selon le type de stress thermique. Le stress thermique aigu implique des changements immédiats et radicaux convergeant vers un seul objectif : la survie de l'animal. En revanche, lors de stress thermique chronique, les changements sont relativement faibles, sur une assez longue période, jusqu'à atteindre un nouvel état d'équilibre (homéostasie) qui permet à l'animal de s'adapter à son nouvel environnement (acclimatement). Dans ce cas, la survie des poulets est légèrement affectée mais la croissance est fortement ralentie (Temim, 2000).

Pour lutter contre les effets négatifs de la chaleur, diverses solutions ont été

proposées. Celles-ci sont à adapter au type de stress thermique considéré. Lors de stress thermique aigu, les mesures sont essentiellement techniques (gestion adaptée des paramètres d'ambiance : température, hygrométrie, renouvellement d'air, densité d'élevage, retrait d'aliment...). Lors d'exposition chronique à la chaleur, les solutions à envisager sont plutôt d'ordre génétique ou nutritionnel, passant par une modification de la composition de la ration alimentaire (taux de protéines, acides aminés, concentration en énergie...) (Padilha *et al.*, 1995 ; Ain Baziz, 1996 ; Temim *et al.*, 2000) ou l'ajout de différents types d'additifs : vitamines, électrolytes, pré-biotiques. Récemment, les recherches se sont orientées vers l'utilisation d'un additif alimentaire naturel représenté par les mannan-oligosaccharides (MOS) et beta-glucanes, extraits à partir des parois de la levure *Saccharomyces cerevisiae*.

Les mannan oligosaccharides et beta-glucane a été présenté la première fois comme additif d'alimentation des animaux en 1993 (Hooge, 2003). Ces particules présentent plusieurs propriétés telle que la participation à la régulation de la flore intestinale, une grande efficacité pour éviter l'attachement et le développement de bactéries pathogènes (Daniels *et al.* 2006). Cet additif contribue à améliorer la survie, l'indice de conversion et le gain de poids de poulet de chair élevés en conditions de thermoneutralité. En conditions de stress thermique cyclique, l'addition de MOS à l'aliment du poulet de chair semble également améliorer les performances de croissance selon l'étude de Soheil *et al.* (2012). Cette optimisation des performances de croissance serait liée à une meilleure santé intestinale (Hooge *et al.* , 2004).

Dans ce contexte, nous nous proposons d'étudier l'intérêt d'une supplémentation alimentaire en mannanes-oligosaccharide (MOS) et β -glucanes chez le poulet de chair soumis aux fluctuations naturelles de la température ambiante estivale méditerranéenne (conditions de stress thermique chronique) dans le but d'améliorer la survie et les performances zootechniques.

La première partie de ce mémoire est consacrée à une étude bibliographique articulée sur deux chapitres : le premier traitera du stress thermique chez le poulet de chair ; le second abordera les propriétés et les effets des MOS et β -glucanes chez le poulet.

La deuxième partie présentera notre étude expérimentale menée en conditions réelles de chaleur estivale. Les méthodologies et les protocoles utilisés seront d'abord globalement décrits puis les résultats seront présentés et discutés. La conclusion générale fera le point des idées acquises et des perspectives qui en découlent.

I. Effet de la chaleur ambiante sur la physiologie du poulet de chair

I.1. Impact de la chaleur ambiante sur la température corporelle du poulet

La température corporelle physiologique du poulet est relativement supérieure à celle des mammifères : elle varie de 41°C à 42°C (Ainbaziz 1996). Ceci pourrait laisser penser qu'il est comparativement moins sensible à la chaleur ambiante mais, de part l'absence de glandes sudoripare qui limite les pertes de chaleur latente et en raison de l'efficacité d'isolation thermique de son plumage qui réduit les pertes de chaleur sensibles, le poulet est, au contraire, très sensible aux variations de la température ambiante (Geraert 1991). La température ambiante au dessus de laquelle il y a rupture d'équilibre entre production et perte de chaleur, entraînant une augmentation significative de la température rectale, semble se situer autour de 32°C (Geraert 1991).

D'une manière générale, l'influence de la chaleur ambiante sur le profil de la température corporelle du poulet diffère selon qu'il s'agisse d'un stress thermique aigu ou chronique. Ainsi, un stress thermique aigu augmente rapidement la température corporelle jusqu'à atteindre un seuil critique. La mort survient lorsque la température corporelle dépasse de 4°C la température physiologique (Amand *et al.* 2004).

En revanche, lors d'un stress modéré et étalé dans le temps (stress thermique chronique), le poulet s'acclimate à son environnement en adoptant un nouveau profil de température corporelle dont les valeurs sont toutefois supérieures à la normale.

I.2. Effet de la chaleur ambiante sur l'ingéré alimentaire, la croissance et la consommation hydrique du poulet

La première conséquence de l'exposition à la chaleur est une réduction de l'ingéré alimentaire. Une synthèse de nombreux résultats de la littérature réalisée par (Ainbaziz 1996) montre que la réduction de l'ingéré alimentaire de poulet exposé au

chaud s'accroît à partir de 30°C. L'élévation de la température ambiante dans l'intervalle 27-30°C entraîne en moyenne une diminution de l'ordre de 1,4% par degré d'augmentation. Au-delà de 30°C, l'écart devient plus important et la chute de la consommation alimentaire atteint 2,2% par degré d'élévation de la température ambiante. La baisse d'ingestion entraîne chez l'animal une diminution de production de chaleur interne, lui permettant de mieux maintenir son hémostasie (Yunis et Cahaner 1999).

La réduction de l'ingéré alimentaire entraîne un ralentissement de la croissance de plus en plus important avec l'élévation de la température ambiante, associé à la détérioration de l'indice de consommation (Yahav *et al.* 1996 ; Sahin *et al.* 2003 ; Aksit *et al.* 2006)

L'altération de la croissance induite par l'exposition du poulet à une température ambiante varie avec l'âge du poulet. Geraet *et al.* (1996) montrent que la réduction de l'ingéré chez les poulets âgés entre 2 et 4 semaines n'est que de 14% alors qu'elle atteint 24% chez les poulets plus âgés (entre 4 et 6 semaine).

L'âge n'est pas le seul facteur dont dépend l'effet de la température sur la croissance. Padilha (1995) observe que plus le poids vif initial mesuré à 4 semaines d'âge est élevé, plus l'effet de la chaleur est accentué sur le gain de poids final.

En plus de ces deux facteurs de variation que sont l'âge et le poids initial, des travaux soulignent que la température ambiante élevée affecte beaucoup plus la croissance des mâles que celles des femelles (Yalçin *et al.* 2004). Ceci est à mettre en relation avec la composition corporelle et le métabolisme de base, différents entre les deux sexes (Cerniglia *et al.* , 1983 ; Howlider et Rose ,1989).

Lors d'un stress thermique, l'augmentation de la consommation d'eau semble un comportement majeur des poulets pour améliorer les performance (Balnave et Oliva 1991 ; Fathy , 2006). La consommation quotidienne d'eau est pratiquement multipliée par deux lorsque la température ambiante passe de 21°C à 32°C et même par trois lorsqu'elle atteint 37°C. Le rapport eau sur aliment augmente lors du stress

thermique pour atteindre une valeur voisine de 8 à 37°C au lieu 1,8 à 2 entre 18 et 20°C (Chakroun 2004).

Durant le stress thermique, l'augmentation de la consommation hydrique facilite la perte de chaleur par évaporation (Meckee *et al.* 1997). Cette dernière est corrélée positivement avec la consommation de l'eau (Narongsak 2004).

En conditions de stress thermique aigu (37°C), des réactions en chaîne se produisent occasionnant une hausse de la mortalité pouvant atteindre 60% (Chakroun, 2004). En revanche, le stress thermique chronique (température ambiante de 29°C à 35°C) se manifeste par la baisse des performances de production et la mortalité augmente légèrement (Ait boulahsen 1996 ; Fathy 2006)

I.3. Effet de la chaleur ambiante sur le bilan énergétique du poulet

I.3.1 Utilisation digestive de l'aliment

L'exposition chronique à la chaleur entraînerait des effets néfastes sur l'appétit du poulet à digérer son aliment, aptitude mesurée par l'énergie métabolisable (Larbier *et al.* ,1993). En revanche, Bonnet *et al.* (1997) trouvent un effet négligeable de la température ambiante sur EMAn du poulet. La digestibilité des protéines et des acides aminés est affectée par l'augmentation de la température (de 21°C à 32°C). Une altération de la digestibilité des différents composants des aliments (protéine, matières grasses et amidon) chez des poulets et de la rétention protéique chez dindon âgés de 16 semaines exposés à une température élevée est souvent observée (Bonnet *et al.* ,1997 ; Waibel et Macleod, 1995)

I.3.2 Utilisation métabolique de l'aliment

➤ Dépense énergétique totale : la dépense énergétique représente 58 à 83% de EMA ingérée. Elle est cependant réduite de 16% chez les poulets élevés à 32 °C entre 4 à 6 semaines d'âge comparée à celle mesurée chez des poulets exposés à 22°C, et cela pour une baisse d'énergie ingérée de 25% (Johnson et Farrell 1983 ; Padilha, 1995).

➤ Energie retenue (ER) : El-Husseiny et Creiger (1980) trouvent une diminution de l'ER de 10% entre les poulets exposés au chaud comparés aux poulets témoins (32°C et 22°C). Celle-ci peut atteindre 27% selon Greraet *et al.* (1996).

II. Conséquences du stress thermique sur le système immunitaire

Sur le plan immunologique, un coup de chaleur peut causer des dommages temporaires ou irréversibles au niveau des organes lymphoïdes primaires (bourse de Fabricius et thymus) ainsi qu'une atrophie de la rate, entraînant alors une immunodépression. Ces altérations sont d'autant plus importantes que l'humidité relative et la densité en animaux sont élevée (Khan *et al.* ,2005).

Sur le plan physiologique, l'augmentation du taux de cytokines lors de stress thermique stimule la production hypothalamique de CRF (corticotropine releasing factor). Les corticostéroïdes ont un effets immunodépresseur qui se traduit par une baisse des anticorps (AC) circulant (d'où une réduction des réaction AG/AC), des taux plus faible de lymphokines, d'interférons, des naturel killer ainsi que des lymphocytes T-Helper indispensables à toutes réaction immunitaire spécifique (Gregorio, 1995 ; Borges *et al.* , 2004 ; Khan *et al.* , 2005) (Tableau :01).

Tableau 1: proportions de cellules immunitaires chez des animaux élevés à thermo neutralité et d'autre exposés à 39°C pendant 2 heures (Ozge *et al.* . 1999).

Proportions cellulaires	Variations ⁽¹⁾ 39°C vs 21°C
Lymphocytes %	-15%*
Hétérophiles %	+51%*
Eosinophiles %	-3%
Basophiles %	134%*
Monocytes %	-31%*
H/L Ratio	76%*

⁽¹⁾ Les variations correspondent à l'écart entre la valeur mesurée à la Ta expérimentale et celle obtenue à la Ta contrôle,*, différences significatives, P<0.05.

Dans ces même conditions, le ratio hétérophile /lymphocyte augmente et le potentiel de phagocytose des macrophages est nettement réduit. De ce fait, l'immunodépression induit par le stress thermique se traduit par une plus grande sensibilité des animaux aux coccidies et par une altération de la réponse vaccinale. (Borges *et al.* , 2004 ; Lin *et al.* , 2002).

III. Les Mannanes-oligosaccharides et les bêta-glucanes : propriétés et effet chez le poulet de chair

III.1 Les Mannanes-oligosaccharides

III.1.1 Définition

Les oligosaccharides de mannanes (MOS) sont des sucres complexes qui sont trouvés la plupart du temps dans la couche externe des parois de la levure et des plantes. Les oligosaccharides sont naturellement présents dans les parois cellulaires de la levure *saccharomyces cerevisiae* (Spring *et al.* . 2000). Les MOS extraits à partir des parois de cellules de levure peuvent être isolés industriellement pour produire des additifs alimentaires en tant qu'autre alternative à l'utilisation antibiotique (Spring *et al.* . 2000). Les chercheurs ont prouvé que le MOS empêche l'attachement et la colonisation des bactéries pathogènes dans la région digestive (Newman, 1994 ; Savage *et al.* 1997). Il a été également signalé que les mannan-oligosaccharides améliorent la santé en stimulant la production d'anticorps et en améliorant le statut immunitaire (Savage et Zakrzewska, 1996 ; Davis *et al.* 2004).

Le MOS est considéré comme un immunostimulant pré-biotique (Daniels *et al.* 2006). Ce dernier favorise également l'efficacité de la région digestive en augmentant la régularité, la taille et l'intégrité des villosités intestinales (Hooge 2004). De même, il stimule la croissance et l'activité des bactéries bénéfiques tandis qu'il empêche la croissance des bactéries pathogènes nocives dans la région digestive (Daniels *et al.* 2006).

Le MOS a été présenté la première fois comme additif d'alimentation des animaux en 1993 (Hooge, 2003). En équilibrant la flore microbienne intestinale et en stimulant l'immunité, les MOS induisent une augmentation de la croissance des poulets de chair (Hooge, 2004).

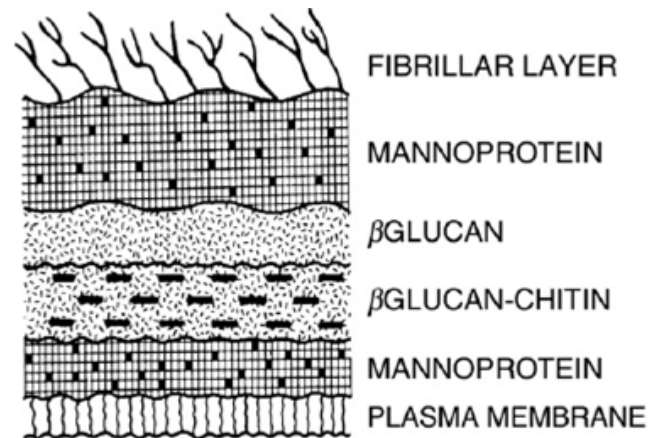


Figure 1. Schéma de la paroi de cellules de levure indiquant les couches de différents polysaccharides (Newman 1994).

III.1.2 Composition chimique

Les Mannanes Oligosaccharides sont des produits contenant des hydrates de carbone et que leur composant principal est le mannose. Les hydrates de carbone jouent un rôle unique dans systèmes vivants. La fonction d'un l'hydrate de carbone variera selon sa structure et emplacement dans un système biologique. Les hydrates de carbone sont des composants structurels importants de la majorité de cellule de surface (Osborn et Khan 2000). Les hydrates de carbone sont aussi une source majeure d'énergie métabolisable dans l'alimentation.

Les Oligosaccharides sont formés quand 2-10 molécules du monosaccharide sont jointes ensemble pour former une plus grande molécule. Plus que 10 molécules du monosaccharide joints ensemble constituerait un polysaccharide. Le Mannose est un monosaccharide cela forme le jeu de construction de MOS. L'intestin grêle ne contient pas les enzymes digestives nécessaires pour briser des attaches de

l'oligosaccharide du mannanes, par conséquent ils arrivent au gros intestin intacts après leur ingestion et passage à travers l'intestin grêle (Strickling *et al.* 2000).

III.1.3 Mode d'action du mannane-oligosaccharide

➤ L'effet agglutinant : limiter l'attachement et le développement des pathogènes

Les particules de MOS présentes sur la couche externe des parois de levure ont la capacité d'entrer en compétition avec les motifs glucosidiques de l'épithélium intestinale pour les récepteurs lectine présents à la surface de nombreuses bactéries pathogènes (bactéries à récepteur mannose-spécifique ou fimbriae de type 1). Ces particules se lient aux récepteurs lectine et empêchent l'adhésion de ces bactéries à la muqueuse intestinale, favorisant ainsi leur élimination.

Le composant principal du MOS est le mannose, qui est un sucre dont beaucoup de bactéries entériques ont des récepteurs qui se lient à lui, appelés les fimbriae de type 1 (Griggs et Jacob, 2005 ; Oyofe *et al.* 1989). Liés à ces récepteurs au lieu de la paroi intestinale peut résulter dans le mouvement des bactéries indésirables bien que l'intestin sans colonisation, la plupart des bactéries doit attacher au paroi d'intestin afin de coloniser.

Dans une méta-analyse de MOS diététique (Hooge 2004) récapitule trois modes probables d'action :

1- adsorption des bactéries pathogènes contenant des fimbriae de type 1 avec les lectines sensibles au mannose

2- amélioration de la fonction de l'intestin : les villosités de taille accrues et uniformes.

3- modulation d'immunité : stimule l'immunité associée et systémique de l'intestin en agissant en tant qu'antigène microbien non pathogène.

Bien qu'on pense le MOS commercial, ou la paroi des cellules de levure, produits pour avoir un mode semblable d'action, ils diffèrent les uns des autres par la pureté ou la concentration des composants de parois de cellules, tels que des mannanes, bêta-glucanes, chitine et protéines.

Les MOS semblent être capables de protéger l'intestin contre divers pathogènes telles que certaines bactéries GRAM négatives (PINHEIRO et al., 2009). Ces bactéries entériques s'attachent à la paroi intestinale grâce à un fimbriae. Une fois fixées, elles colonisent l'intestin et déclenchent des maladies (MOURAO et al. 2006). Un bon nombre d'entre elles possèdent un fimbriae de type 1 qui est spécifique au mannose et qui est donc capable de se fixer aux récepteurs mannose des cellules de l'intestin (FIRON et al., 1984). Les MOS sont intéressants car ils sont compétitifs des récepteurs mannose des cellules intestinales. Ils vont se fixer sur les bactéries pathogènes et empêcher leur colonisation et le développement de maladies (MOURAO et al., 2006).

Les mannanes-oligosaccharides pourraient également inhiber la fonction lymphocytaire. La stimulation de la réponse immune consommerait une quantité d'énergie importante au dépend de la croissance. Ce mécanisme permettrait aux jeunes animaux sevrés d'accroître leurs performances de croissance (MOURAO et al. 2006).

Les effets de la modularité d'immunités de MOS sont basés sur les deux aspects suivant :

1-les mannanes et composants du glucane ont des caractéristiques de l'antigenicité.

2- MOS empêche la colonisation de pathogène spécifique mais leur permet d'être présentés aux cellules immunisées comme antigène atténué (Ferket, 2004).

Pour examiner la capacité de liaison bactérienne de lectines de MOS et β -glucane, nous avons réalisé des essais d'agglutinement en utilisant cette préparation avec 258 souches pathogènes de quatre genres bactériens. Les souches ont été fournies par les vétérinaires de différents pays partout dans le monde et des essais d'agglutinement ont été effectués selon Spring *et al.* (2000). Les résultats de l'agglutinement sont présentés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Agglutination des bactéries pathogènes par MOS (Yang et Choct (2009))

Bactérie	Nombre de souches testées	Souches agglutinant le MOS	%
<i>E. coli</i>	143	92	64
<i>Salmonella spp.</i>	46	31	67
<i>S. enteritidis.</i>	7	06	86
<i>S. typhimurium.</i>	10	07	70
<i>Clostridium spp.</i>	5	4	80
<i>Campylobacter spp.</i>	7	1	14
Total	258	145	56

➤ L'effet prébiotique : favoriser le développement d'une flore intestinale bénéfique

Le Mannane-oligosaccharide est un additif alimentaire considéré comme une alternative naturelle. L'action de MOS semble impliquer l'accélération de l'augmentation de bactéries bénéfiques présente dans la microflore naturelle et le renforcement du système immunitaire contre les micro-organismes pathogènes. Il a été rapporté que (MOS) peut être utilisé comme une source d'énergie par bactéries bénéfiques telles que *Lactobacillus* et *Bifidobacterium*, mais ces oligosaccharides ne peuvent pas être utilisés par les bactéries pathogènes (telles que *Salmonella*, *E. coli*, et *Campylobacter*). Par conséquent, MOS a été utilisé contre les micro-organismes pathogènes.

MOS a montré des effets prometteurs, tel que diminuer la microflore pathogène de l'intestin, stimuler une forte réponse immunitaire dans des études avec la volaille (Spring, 1999; spring *et al.* 2000; Iji *et al.* 2001). Les populations bactériennes dans l'intestin d'oiseaux étaient modifiées quand MOS ont été ajoutés à leurs alimentations (Spring *et al.* 2000; Kocher *et al.* , 2005 ; Yang *et al.* , 2007; Yang *et al.* , 2008b).

Le MOS ne supprime pas seulement l'attachement du microbe pathogène à la paroi intestinale, mais élimine également ceux qui ont déjà colonisé la région (Newman ,1994).

Mannane-oligosaccharide est un sucre en C6 bloque le mécanisme d'adhésion des bactéries sur les cellules de la paroi digestive. Le mannose est aussi catabolisé par la flore et transformé en acides gras volatils.

III.2 Les bêta-glucanes

Les bêta-glucanes sont des composants structurels des fractions inférieures des parois cellulaires de *Saccharomyce cerevesiae* et de beaucoup de bactéries, moisissures, algues et levure aussi bien que les grains de la céréale.

III.2.1 Composition chimique

Les bêta-glucanes sont des polymères de glucose qui peuvent également être dérivés des parois de cellules de levure et considérés comme immunostimulant des macrophages et d'autre cellules effectrices immunitaires.

Les β - glucanes sont des polysaccharides de D-glucose, monomères liés par les liens β - glycosidiques et composés de chaînes de 20-30 unités de glucose avec les chaînes latérales. Ces produits ne contiennent aucune cellule de levure et n'ont aucun effet secondaire toxique.

Les β -glucanes sont présents en abondance dans les céréales telles que l'orge et l'avoine et leurs procédés de purification sont assez simple. Structurellement, elles ont

un squelette linéaire du D-glucose en β -1, 3 de liaison avec les branches latérales de β - 1,6 à divers intervalles (Figure 2). La présence de ramifications latérales de la couche intermédiaire de la paroi cellulaire confère la forme et la rigidité de la cellule. La structure moléculaire dépend aussi également de la source et la méthode d'isolement avec des différences dans la distribution et la longueur des chaînes latérales. La solubilité de β -glucose est associée avec le degré de polymérisation (DP), étant complètement insoluble dans l'eau lors de $DP > 100$.

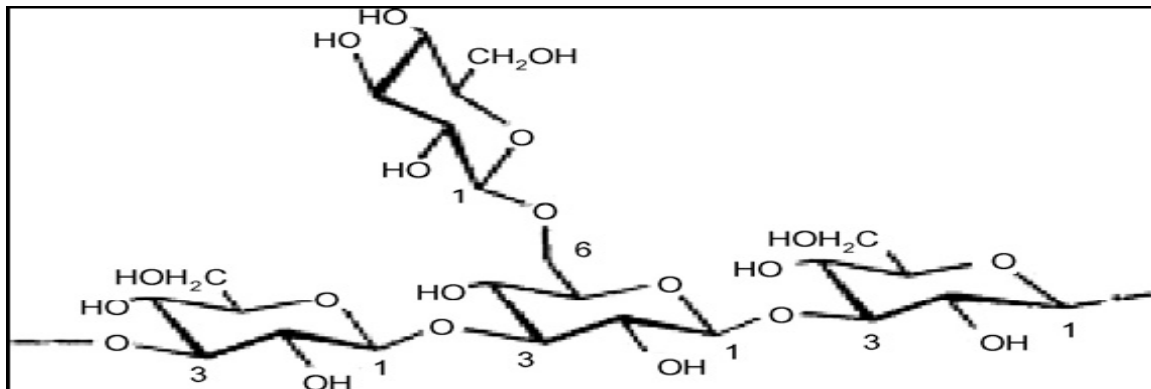


Figure 2. Structure de (1,3) β -glucanes avec des ramifications β (1,6) (Newman 1994)

III.2.2 Mode d'action des bêta-glucanes

Les polysaccharides de la paroi de cellules appartient à la classe de substances connues sous le nom de modificateurs de réponse biologiques (Bohn et BeMiller, 1995) et les nombreuses études ont prouvé que les (1 $\rightarrow$ 3) - β -D-glucanes augmentent le statut fonctionnel des macrophages et des neutrophiles (Williams *et al.* , 1996), modifient l'immunosuppression (Browder *et al.* , 1990) et augmentent la résistance aux infections par bactéries Gram-négative (Pretus *et al.* , 1991). En outre, ils exercent une activité anti-tumorale (Sherwood *et al.* , 1986, 1987), antibactérienne (Kogan *et al.* , 1989), anti-mutagénique (Čipák *et al.* , 2001), antioxydant (Babincová *et al.* , 1999 ;Slameňová *et al.* , 2003, Kogan *et al.* , 2005).

D'après les données récemment obtenues, les (1 3) - β - D - glucanes exercent leurs effets protecteur et immunostimulant en se liant aux emplacements spécifiques (récepteurs) sur les monocytes, les macrophages et les granulocytes

déclenchement d'une cascade d'événements immunologiques (Brun 2006 ;Gantner *et al.* 2003 ;Herre *et al.* 2004 ;Willment *et al.* , 2005). Parmi les effets obtenus : activité stimulante de colonie menant à la production augmentée des monocytes et des granulocytes, titre accru d'anticorps, dégagement amplifié de cytokine (Il-1 y compris, Il-2, Il-6, et Tnf- α), production de la prostaglandine E2, activation de voie alternative de complément, et production des enzymes lysosomales. Il a été établi maintenant que les récepteurs de bêta-glucane incluent CR3 (Ross *et al.* , 1987), lactosylceramide (Zimmerman *et al.* , 1998), récepteurs d'extracteur (Riz *et al.* , 2002) et Dectin-1 (Brun et Gordon, 2001).

➤ Renforcement des défenses naturelle

• Modulation de l'immunité

Les glucanes agissent sur les cellules phagocytaires, qui deviennent alors plus actives, augmentant leurs capacités à détruire des microbes pathogènes (Figure 3). En même temps, les macrophages actifs produisent un produit chimique connu comme cytokine, qui représente le début d'une chaîne de réaction requise pour multiplier le nombre de Cellules phagocytaires, de ce fait augmentant le système immunitaire de manière significative.

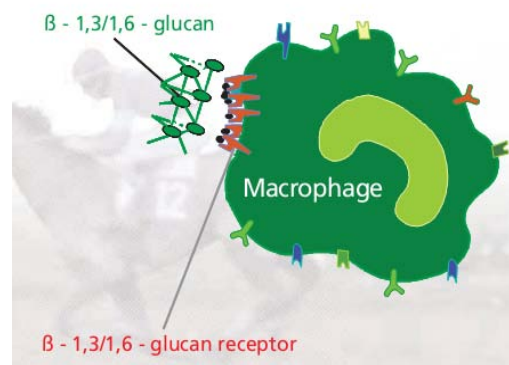


Figure 3. Mode d'action des bêta-glucanes dans la modulation de l'immunité

IV. L'effet de combinaison de mannane-oligosaccharides et bêta-glucane

En production de poulets de chair, selon Vancraeynest *et al.* (2006), les principales propriétés bénéfiques de ces produits sont une diminution des indices de conversion des aliments (IC), une augmentation du poids vif et une augmentation des titres en anticorps après la vaccination. L'utilisation de l'association de MOS et β -glucanes augmente les taux de cytokines et le pourcentage des sous populations de lymphocytes (Szymanska-Czerwinska *et al.*, 2009).

Hooge *et al.* (2004) ont comparé les résultats de nombreux essais portant sur la supplémentation en préparations commerciales à base de MOS conduites chez des poulets de chair élevés au sol entre 1993 et 2003 et la méta-analyse a montré un impact positif de cet additif sur les performances de croissance (Tableau 3)

Tableau 3. Effet des MOS sur les performances de croissance du poulet de chair (adapté de Hooge 2004)

Paramètres	Contrôle négatif	MOS	Variation(%)
Poids vif (kg/sujet)	2,23	2,27	+1,61
Indice de conversion alimentaire (g/g)	1,81	1,77	-1,99
Mortalité (%)	4,49	3,53	-21,4
Paramètre	Contrôle antibiotique	MOS	Variation (%)
Poids vif (Kg/sujet)	2,25	2,24	-0,36
Indice de conversion alimentaire (g/g)	1,82	1,82	-0,11
Mortalité (%)	5,40	4,43	-18,1

Comparés à plusieurs antibiotiques utilisés à des doses prophylactiques (tels que avilamycine, bacitracine, bambermycine ou virginiamycine), une diminution

significative de la mortalité a été observée pour les lots supplémentés en MOS. La dose optimale de cet additif pour les poulets de chair semble être aux alentours de 2g/kg, selon le stade de production des animaux (Rosen 2007, Yang *et al.* 2007).

Il a été démontré que des effets positifs sont habituellement observés dans toutes les espèces de volaille supplémentées en prébiotique à base de MOS et bêta-glucanes (Tableau 4). De façon générale, des améliorations du gain de poids, de l'ingestion et de la conversion alimentaire sont rapportées chez les poulets de chair et les dindes (Waldroup *et al.* , 1993 ; Bradley *et al.* , 1995 ; Grimes *et al.* , 1997 ; Wu *et al.* , 1999 ; Parkes *et al.* , 2001 ; Patterson et Burkholder, 2003 ; Pelicano *et al.* , 2004).

Tableau 4°. Influence de MOS+ bêta-glucanes sur les performances et morphologie intestinale des poulets de chair (synthèse de plusieurs auteurs).

Prébiotique	Poids corporel	FCR	Morphologie de l'intestin	Référence
MOS et β -glucan	Légère augmentation	Aucun effet	Longueur accrue de villosité ; rapport accru de ARN/ADN	Iji <i>et al.</i> , 2001
MOS et β -glucan	Légère augmentation	Légère amélioration	Profondeur diminuée de crypte et muqueuse musculaire plus mince	Yang <i>et al.</i> , 2008
MOS et β -glucan	Aucun effet	Légère amélioration	Longueur accrue de villosités, légère augmentation de la profondeur des cryptes	Sun, 2004
MOS et β -glucan	accru	amélioré		Hooge, 2003
MOS et β -glucan	Légère augmentation	amélioré		Biggs <i>et al.</i> , 2007

Notre travail a pour objectif d'évaluer, dans nos conditions locales, l'impact de la supplémentation alimentaire en mannanes oligosaccharides (MOS) et en bêta-glucanes, sur les performances zootechniques du poulet de chair élevé en ambiance chaude.

I. Lieu, périodes et durée de l'essai

L'essai a été réalisé au niveau de la station expérimentale des monogastrique de l'institut technique des élevages (ITELV) de Baba Ali, il est déroulé du 12 mai au 30 juin 2013 soit un cycle d'élevage complet de 49j.

I.1 Animaux

Un effectif de 750 poussins d'un jour de souche ISA F15 Hubbard (sexe mélangés), issus d'un même couvoir (Dar EL Beida, SIFAAC Sarl : Société Industrielle Fabricant d'Aliments et Accoureur) ont été pesés, triés et divisés en 2 groupes de 360 sujet de poids moyen homogène ($41,75 \pm 1,52$ g).

Chaque groupe est ensuite réparti dans 6 parquets à raison de 60 sujet par parquet soit une densité de 12 poussins/m². La répartition des lots au sein du bâtiment a été réalisée de manière à avoir une disposition homogène des sujets selon les traitements et régimes étudié. Chaque sujet mort au cours des premières 48 heures a été pesé et remplacé par un autre de même poids (Figure 4).

I.2 Traitement expérimentaux

Dans cet essai, nous comparons les 2 traitements suivants :

- ✓ Un groupe de poulets **Témoins** recevant en continu un aliment standard adapté à l'âge (aliment de base) et ce durant tout la période de l'essai (de j0 à j49).
- ✓ Un groupe de poulets Supplémentés recevant les mêmes aliments de base auxquels est rajouté l'additif à base de MOS et de β -glucanes et ce durant tout le cycle d'élevage (J0-J49).

Chaque groupe compte 6 répétitions (6 parquets) de 60 sujets.



A : (AGRIMOS). Parquet avec aliment standard+additif (AGRIMOS).

HE : (hors essai).

T : (témoin). Parquet avec aliment standard

Figure 4 Représentation schématique de la répartition des lots expérimentaux au sein du bâtiment

I.3 Aliments

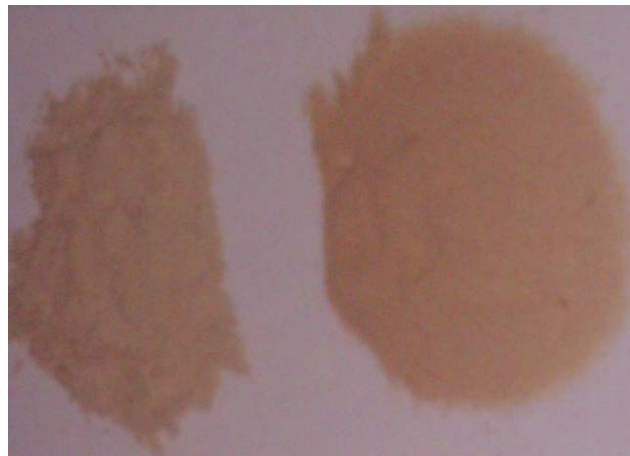
L'aliment est de type farineux, fabriqué par le groupe avicole de l'EST « Filiale du groupe ONAB » Unité d'Oum El Bouaghi. Tous les animaux reçoivent 3 types d'aliments standards adaptés aux trois phases d'élevage, à savoir : -un aliment « démarrage » distribué entre J1 et J10 ; un aliment « croissance » distribué entre J11 et J42 et un aliment « Finition » distribué entre J43 et J49. L'aliment est fourni *ad libitum* au même titre que l'eau de boisson et ce durant toute la période d'élevage. Les caractéristiques des aliments sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5: Caractéristiques des aliments utilisés durant l'essai.

Aliment	Période distribution	de EM (kcal/kg)	TP (%)
Démarrage	J1 – J10	2700	20
Croissance	J11 – J42	2900	19
Finition	J43 – J49	2930	17

I.3.1 Modalités de la supplémentation en additif

La complémentation alimentaire en additif a été appliquée pour le lot supplémenté de la mise en place jusqu'à l'abattage (j49). L'additif utilisé pour cet essai est l'AGRIMOS, fabriqué par le groupe Lallemand Animal Nutrition (Canada) et distribué localement par la SARL VETAM (Algérie). Ce produit correspond à un extrait de la paroi de cellules de levures *Saccharomyces cerevisiae*, résistant à la température et composé de Mannose (16% Mannans), Glucose (16% β -Glucans) et de 30% Protéine (fiche technique du produit en annexe). Il se présente sous forme de poudre à mélanger à l'aliment (Figure 5).

**Figure 5 :** Additif utilisé durant l'essai : AGRIMOS®

La dose utilisée est celle préconisée par le fabricant, à savoir : 2 kg/tonne en phase de démarrage, 1kg/tonne en phase de croissance et 0,5 kg/tonne en finition.

I.4 Bâtiment d'élevage

L'essai a été réalisé dans un bâtiment à condition d'ambiance contrôlée, ayant une superficie de 296,1m². Ce dernier est divisé en deux blocs de 18 parquet de 5,27 m² de surface chacun, disposés de part et d'autre d'un couloir central (Figure:6). La ventilation est dynamique, assurée par des clapets pour l'entrée d'air et l'extraction des gaz est réalisée par cinq extracteur (3 petits et 2 grands). Chaque parquet contient une mangeoire et un abreuvoir et le chauffage est assuré par un radian à gaz butane .



Figure 6. Vues (extérieure et intérieure) du bâtiment d'élevage utilisé pour l'essai

II. Equipements d'élevage

II.1 Le matériel d'alimentation utilisé est adapté à l'âge des animaux : des assiettes pendant les 11 premières jours et des trémies

suspendues dont la hauteur est réglable selon la taille des poulets, du 11^{ème} jours jusqu'à l'âge d'abattage. des mangeoires linéaires sont rajoutées pour optimiser l'accès aux mangeoires.

II.2 Le matériel d'abreuvement du 1^{er} âge correspond à 2 abreuvoirs siphoniques à remplissage manuel. Un abreuvoir 2^{ème} âge siphonique automatique est installé à partir du 11^{ème} jour.

II.3 Matériel de chauffage : Nous avons utilisé des radiants à gaz butane à raison d'un radiant par trois lots en 1^{ère} âge et à raison de deux radiants pendant la période expérimentale. Un des radiants est disposé à l'entrée du bâtiment, l'autre à la sortie.

II.4 Le contrôle des variations de la température ambiante estivale est réalisé avec 5 thermomètres à mercure placés à une hauteur moyenne de 1 mètre et demi du sol. Pour enregistrer la température ambiante du bâtiment et l'hygrométrie, un thermo-hygromètre est placé à la même hauteur au milieu du bâtiment (au niveau du couloir central).

II.5 La litière est composée de sciure de bois d'une épaisseur de 10 cm, répartie sur un sol cimenté et chaulé. Au démarrage, les poussins sont rassemblés dans des nids au centre du parquet, ensuite, durant le reste de l'élevage, tout l'espace est utilisé. La litière a été étalée de façon uniforme pour conserver la chaleur et absorber l'humidité des fientes.

III. Programme de prophylaxie

Le Protocole prophylactique suivi lors de cet essai figure dans le tableau 6. L'ensemble des vaccins et traitements utilisés ont été administrés *per os* (dans l'eau de boisson).

Tableau 6 : Programme de prophylaxie appliqué durant l'essai.

Age en (j)	Vaccinations	Mode d'administration
1	Anti-stress Linco-spectin®10V 1g/L (J1-J8)	Eau de boisson
6	Anti-coliforme et E. Coli + vaccin contre la maladie de Newcastle (souche vaccinale HB1) Colistine 0.25ml/L (J6-J8)	Eau de boisson
9	Vitamin (AD3E +C) Supra.vitaminol 10ml /20L (J9-J14)	Eau de boisson
14	Vaccin contre la maladie de Gumboro (souche D78)	Eau de boisson
17	Traitement anti coccidien pendant 02 jours CEVAZURIL® (toltrazuril) 270ml//500L	Eau de boisson
21	Rappel de vaccination contre la maladie de Newcastle (souche vaccinale la Sota)	Eau de boisson
31	Rappel Traitement anticoccidien pendant 02jours CEVAZURIL® (toltrazuril) 270ml//500L	Eau de boisson

IV. Paramètres mesurés

IV.1 Poids vif moyen

Tous les poulets ont été pesés à J1, J10, J42 , J49 (pesées collectives par parquet). Pour chaque âge, le poids moyen individuel est obtenu en divisant le poids total des animaux de chaque parquet sur l'effectif des poulets pesés.

$$\text{Poids vif moyen (g)} = \text{Poids total des sujets (g)} / \text{Nombre des sujets}$$

IV.2 Gain de poids

Le gain de poids est estimé par différence entre le poids vif moyen final et initial de la période considérée. Il est déterminé à la fin de chaque phase d'élevage (démarrage, croissance et finition) et à l'abattage (gain de poids cumulé) selon la formule suivante :

$$\text{Gain de poids (g)} = \text{poids vif moyen final (g)} - \text{poids vif moyen initial (g)}$$

IV.3 Ingéré alimentaire

La quantité moyenne d'aliment consommé est calculée, pour chaque phase d'élevage (démarrage, croissance et finition), par différence entre la quantité d'aliment distribuée en début et le refus mesuré à la fin de chaque phase. A fin d'estimer la quantité réelle d'aliment consommée, selon la formule suivante :

$$\text{Quantité moyenne d'aliment consommé (g)} = (\text{quantité d'aliment distribué} - \text{refus}) \times \text{durée de phase (jr)} / \text{nombre de poussins présents}$$

La consommation cumulée moyenne (g) correspond à la somme des quantités moyennes d'aliment consommé aux trois phases d'élevage.

IV.4 Indice de conversion alimentaire

L'indice de conversion est calculé pour chaque phase d'élevage et pour la période globale du cycle d'élevage, comme suit :

$$\text{Indice de conversion} = \text{ingéré alimentaire (g)} / \text{poids vif (g)}$$

IV.5 Indice de consommation alimentaire

L'indice de consommation est calculé pour chaque phase d'élevage et pour la période globale du cycle d'élevage, comme suit :

$$\text{Indice de consommation} = \text{ingéré alimentaire (g)} / \text{gain de poids (g)}$$

IV.6 Taux de mortalité

La mortalité a été enregistrée chaque jour (en matinée) durant toute la période de l'essai. Le taux de mortalité est calculé comme suit :

$$\text{Taux de mortalité (\%)} = \frac{\text{nombre de poulet mort} \times 100}{\text{effectif présent en début de phase}}$$

IV.7 Index de production

Ce paramètre est calculé en considérant le gain de poids moyen quotidien (GMQ), la viabilité et l'indice de consommation, selon la formule suivante :

$$\text{IP} = (\text{GMQ} \times \text{Viabilité}) / (\text{Indice de consommation} \times 10).$$

$$\text{Viabilité} = 100\% - \text{Taux de mortalité}$$

$$\text{GMQ} = \text{gain de poids} / \text{nombre de jours}$$

IV.8 Étude statistique

Les différents résultats sont décrits par la moyenne et l'erreur standard (SE, calculée à partir de la déviation standard SD selon la formule $SE = SD/n^{0,5}$; n étant le nombre de répétitions). Afin de déterminer l'effet de la supplémentation en MOS et bêta-glucanes sur les paramètres considérés, les moyennes sont comparées deux à deux par le test T de Student. Le seuil de signification choisi est d'au moins 5% ($p < 0,05$). Toutes ces analyses sont effectuées à l'aide du programme StatView (Abacus Concepts, 1996, Inc., Berkeley, CA94704-1014, USA).

Dans cet essai, nous évaluons l'effet d'une supplémentation alimentaire en additif à base de MOS et de bêta-glucanes sur les performances de croissance du poulet de chair élevé en période estivale.

I. Effet sur la croissance

Le tableau 7 présente les poids vifs et les gains de poids des poulets témoins et supplémentés en MOS et bêta-glucanes, enregistrés durant l'essai (période de démarrage, croissance, finition et période cumulée).

Tableau 7: Poids vif moyen et gain de poids moyen, par phase d'élevage et cumulé, des poulets nourris avec un aliment standard (lot Témoin) ou supplémenté en MOS et B-glucanes (lot additif) et exposés au chaud (moyennes $\pm$ SE ; n= 6 répétitions de 60 sujets ; SE=erreur standard).

Lot		Témoin	Supplémenté	Test T (p=)
Poids vif (g)				
J 1		41,91 $\pm$ 0,44	41,59 $\pm$ 0,33	0,577
J 10		192,80 $\pm$ 4,15	202,42 $\pm$ 2,57	0,077
J 42		1981,99 $\pm$ 24,68	1924,45 $\pm$ 17,42	0,086
J 49		2351,45 $\pm$ 21,38	2224,80 $\pm$ 18,78	0,001
Gain de poids (g)				
Démarrage	(J1 – J10)	150,89 $\pm$ 4,07	160,82 $\pm$ 2,59	0,067
Croissance	(J11 – J42)	1789,19 $\pm$ 23,28	1722,04 $\pm$ 16,96	0,042
Finition	(J43 – J49)	369,46 $\pm$ 4,56	300,35 $\pm$ 12,53	0,0004
Cumulée	(J1 – J49)	2309,54 $\pm$ 21,68	2183,21 $\pm$ 18,64	0,0013

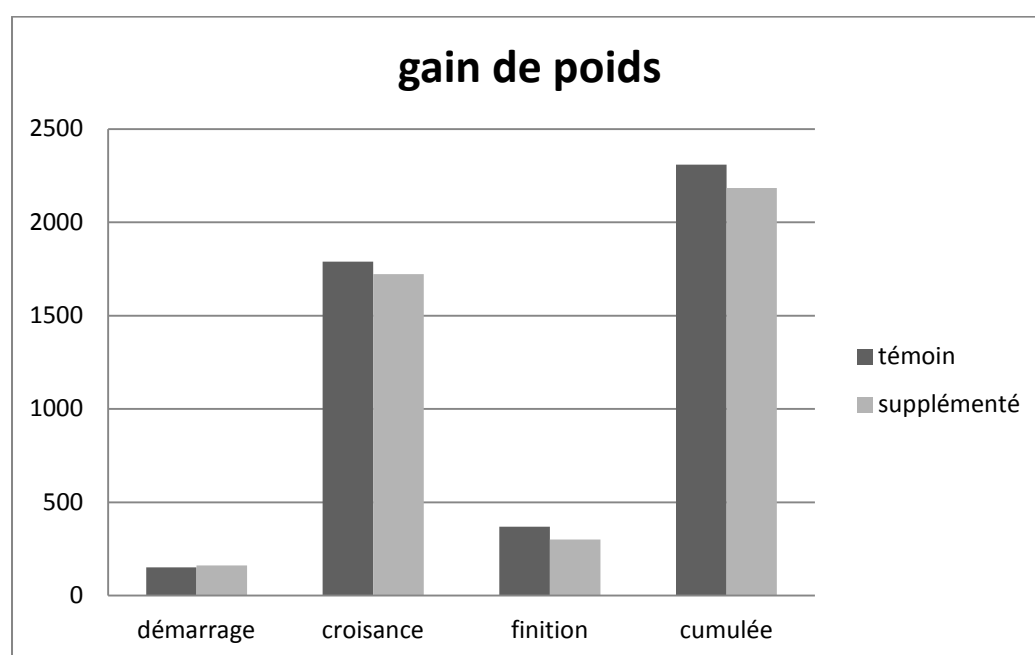
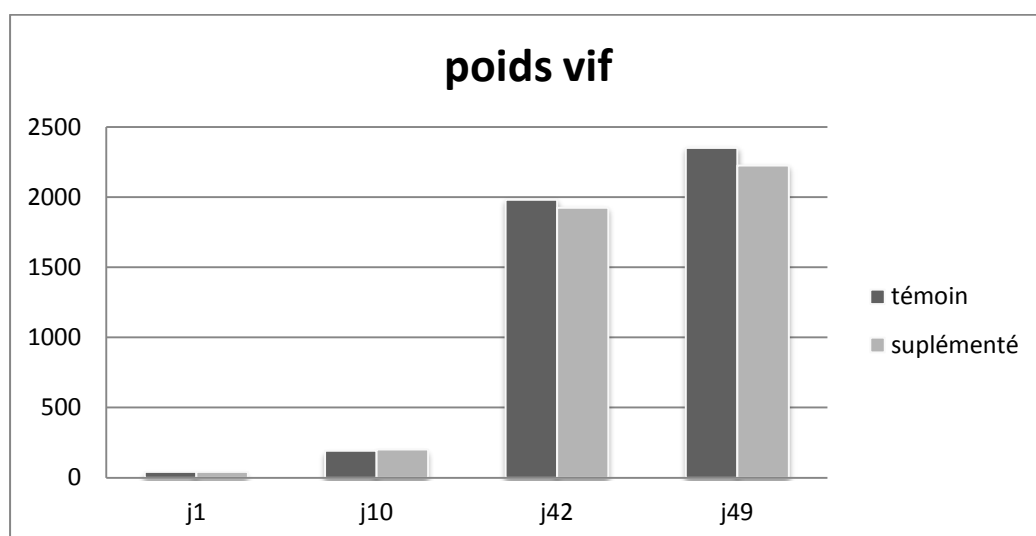


Figure 7: Effet des MOS et béta-glucanes sur le poids vif et le gain de poids des poulets élevés au chaud (moyennes ; n=6)

À la mise en place, les poussins ont des poids homogènes : $41,75 \pm 0,36$ g en moyenne. A j10, le poids des poussins supplémentés en additif tend à augmenter de 5% par rapport à celui des sujets témoins ($P=0,077$). A j42, le poids des poulets supplémentés n'est pas significativement modifié par rapport à celui des témoins :-3%

, $P=0,09$. En revanche, à j49, le poids des sujets supplémentés est significativement réduit par rapport au poids des témoins : -5%, $P<0,01$.

Ainsi, le gain de poids des animaux supplémentés semble meilleur en période de démarrage (+5% ; $P=0,067$) alors qu'il est plutôt inférieur en période de croissance (- 4% ; $P<0,05$) et de finition (-18%, $P<0,01$) par rapport aux sujets témoins.

Globalement, à la fin de l'essai, le gain de poids cumulé est significativement diminué chez les poulets supplémentés par rapport aux témoins (-5% ; $P<0,01$).

II. Effet sur la consommation alimentaire

Les consommations alimentaires moyennes des poulets témoins et supplémentés en MOS et bêta-glucanes enregistrées durant l'essai sont représentées dans le tableau 8 et la figure 8.

Tableau 8: Ingéré alimentaire, par phase d'élevage et cumulé, des poulets nourris avec un aliment standard (lot Témoin) ou supplémenté en MOS et β -glucanes (lot additif) et élevés au chaud (moyennes $\pm$ SE ; $n=6$ répétitions de 60 sujets ; SE=erreur standard)

Lot		Témoin	Supplémenté	Test T (p=)
<i>Ingéré alimentaire (g)</i>				
Démarrage	(J1 – J10)	264,60 $\pm$ 3,94	282,67 $\pm$ 2,56	0,014
Croissance	(J11 – J42)	3932,42 $\pm$ 30,47	3862,10 $\pm$ 66,57	0,36
Finition	(J43 – J49)	1315,90 $\pm$ 18,32	1218,82 $\pm$ 15,43	0,0023
Cumulée	(J1 – J49)	5512,92 $\pm$ 36,43	5363,59 $\pm$ 65,79	0,075

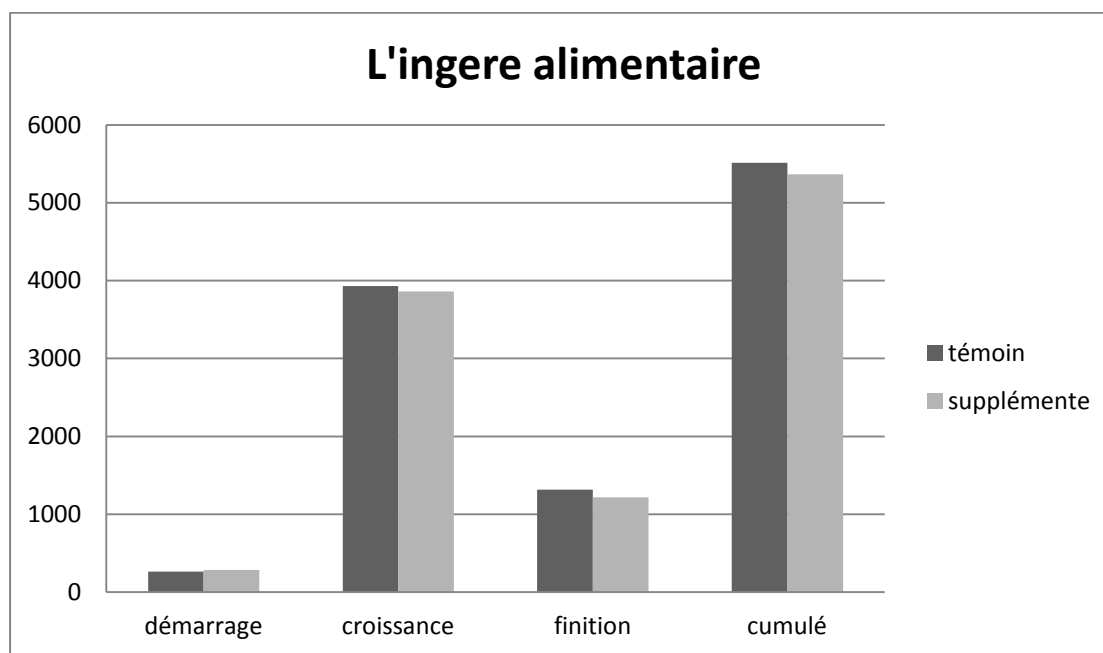


Figure 8 : Effet des MOS et bêta-glucanes sur l'ingéré alimentaire des poulets élevés au chaud (moyennes ; n=6)

A la fin de la période de démarrage, les animaux supplémentés ont un ingéré alimentaire significativement supérieur à celui des témoins (+7% ; $P=0,014$).

En revanche, à la fin de la phase de croissance, la consommation des poulets supplémentés n'est pas significativement modifiée par rapport à celle des témoins (-2% ; $P=0,36$). A la fin de la phase de finition, l'ingère alimentaire des poulets supplémentés est significativement inférieur de celui des témoins (-7% ; $p<0,01$).

En considérant la période globale de l'essai, la consommation cumulée des poulets supplémentés en additif tend à être supérieure à celle des animaux témoins ($p=0,07$).

III. Effet sur les indices de conversion et de consommation alimentaires

Les indices de conversion et de consommation alimentaires moyens des poulets témoins et supplémentés en MOS et bêta-glucanes déterminés durant l'essai figurent dans le tableau 9 et la figure 9.

Tableau 9: Indice de consommation et indice de conversion, par phase d'élevage et cumulé, des poulets nourris avec un aliment standard (lot Témoin) ou supplémenté en MOS et β -glucanes (lot additif) et élevés au chaud (moyennes $\pm$ SE ; n= 6 répétitions de 60 sujets ; SE=erreur standard)

Lot		Témoin	Supplémenté	Test T (p=)
Indice de consommation (g)				
Démarrage	(J1 – J10)	1,37 $\pm$ 0,013	1,40 $\pm$ 0,014	0,250
Croissance	(J11 – J42)	1,99 $\pm$ 0,033	2,01 $\pm$ 0,03	0,652
Finition	(J43 – J49)	0,56 $\pm$ 0,01	0,548 $\pm$ 0,01	0,323
Cumulée	(J1 – J49)	4,02 $\pm$ 0,05	4,15 $\pm$ 0,06	0,153
Indice de conversion				
Démarrage	(J1 – J10)	1,76 $\pm$ 0,025	1,76 $\pm$ 0,02	0,95
Croissance	(J11 – J42)	2,20 $\pm$ 0,04	2,24 $\pm$ 0,04	0,43
Finition	(J43 – J49)	3,57 $\pm$ 0,09	4,09 $\pm$ 0,14	0,01
Cumulée	(J1 – J49)	2,39 $\pm$ 0,03	2,46 $\pm$ 0,03	0,16

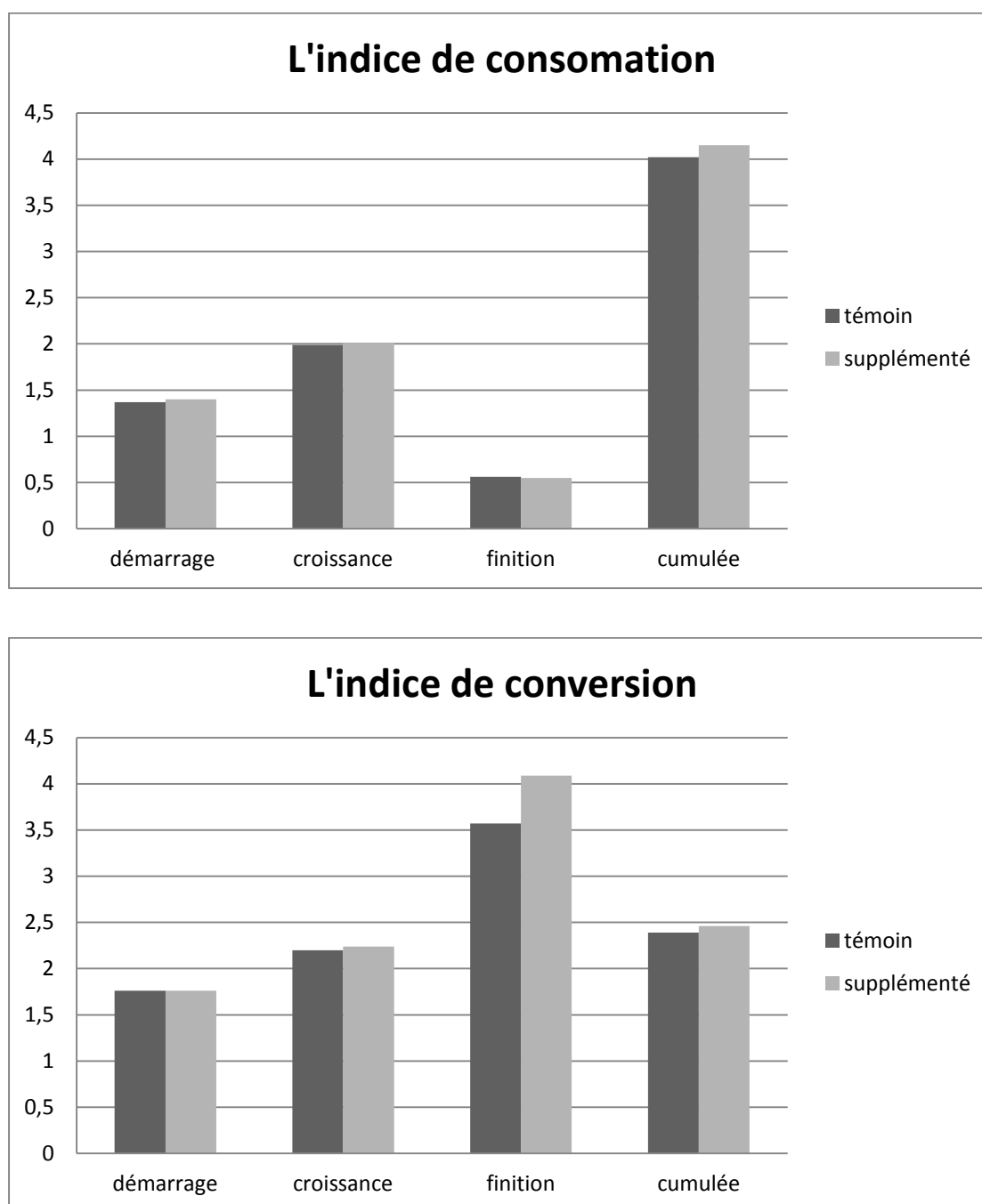


Figure 9 : Effet des MOS et béta-glucanes sur l'indice de consommation et de conversion des poulets élevés au chaud (moyennes ; n=6)

A la fin de phase de démarrage, l'indice de consommation des poulets supplémentés n'est pas significativement augmenté par rapport au lot témoin (+2%, $P=0,250$).

De même, à la fin de la phase de croissance, et de la phase de finition, aucune différence significative n'est relevée entre les indices de consommation des deux lots : +1% (P=0,656) et +2% (P=0,323), respectivement.

En considérant, l'indice de consommation alimentaire cumulé des trois phases d'élevage, l'augmentation enregistrée (+3%) chez les poulets supplémentés comparés aux témoins n'est pas significative (P=0,153).

Concernant l'indice de conversion, aucun écart significatif n'est enregistré durant la phase de démarrage entre les sujets supplémentés et les témoins (P=0,95).

En phase de croissance, l'indice de conversion est légèrement augmenté (+2% ; P=0,43).

A la phase finition, l'indice de conversion est significativement augmenté de chez les poulets supplémentés comparés aux témoins : +14% (p<0,01).

Enfin, l'augmentation des indices de conversion cumulés des poulets supplémentés n'est pas statistiquement significative (+3%, P=0,16).

IV. Effet sur la mortalité

Dans cet essai, les taux de mortalité enregistrés durant les différentes phases d'élevage ne sont pas significativement différentes chez les poulets supplémentés en MOS et bêta-glucanes et les témoins.

Globalement à 49 jours d'âge, le taux de mortalité enregistré chez le lot supplémenté est de $0,83 \pm 0,57$ % contre $1,11 \pm 0,56$ % chez les témoins, soit une baisse de 25% (P=0,74).

V. Effet sur l'index de production

Les valeurs relatives au gain moyen quotidien (GMQ), à la viabilité, à l'indice de consommation (IC) et à l'index de production, calculées à la fin du cycle d'élevage sont présentées dans le tableau 10 et la figure 10.

Tableau 10: Viabilité, GMQ et index de production des poulets nourris avec un aliment standard (lot Témoin) ou supplémenté en MOS et β -glucanes (lot additif) et élevés au chaud (moyennes $\pm$ SE ; n= 6 répétitions de 60 sujets ; SE=erreur standard).

Lot	Témoin	Supplémenté	Test T (p=)
Viabilité(%)	98,61 $\pm$ 0,51	99,17 $\pm$ 0,57	0,48
GMQ	47,13 $\pm$ 0,44	44,55 $\pm$ 0,38	0,001
Indice de production	198,37 $\pm$ 3,93	183,52 $\pm$ 4,36	0,03

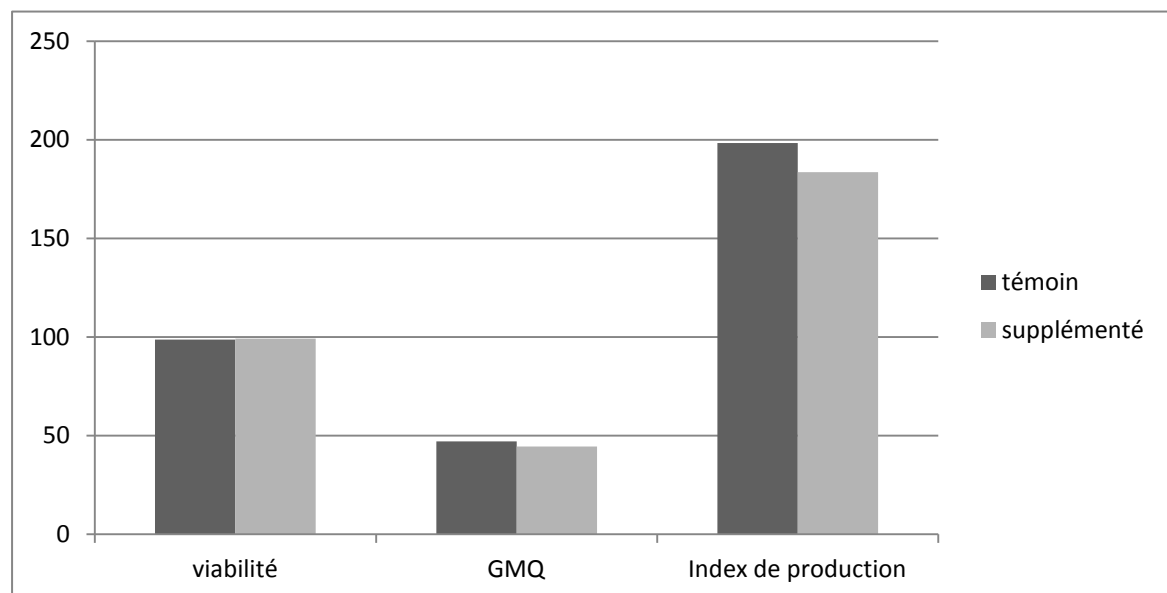


Figure 10 : Effet des MOS et béta-glucanes sur la viabilité (%), le GMQ et l'index de production des poulets élevés au chaud (moyennes ; n=6).

Aucune différence n'a été révélée entre la viabilité des deux lots, témoin et supplémenté ($P=0,48$). En revanche, le GMQ est significativement plus faible chez les poulets supplémentés comparés aux témoins (-5%, $P<0,01$). Aussi, l'index de production est significativement réduit (-7%, $P<0,05$) chez les poulets supplémentés par rapport à celui de témoins.

Dans cette étude, nous avons évalué l'intérêt d'une supplémentation alimentaire en Mannane-oligosaccharides et béta-glucanes chez le poulet de chair élevé dans nos conditions estivales locales.

Dans cette étude, la température ambiante (T_a) moyenne enregistrée était en moyenne de $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durant la période de notre essai (j1 à j49). Cette température est au-dessus de la T_a préconisée pour les poulets à partir de l'âge de 4 semaines (température de thermoneutralité 20°C - 22°C) (Gearert et al 1993). Par conséquent, nos poulets étaient en conditions de stress thermique chronique, connues pour leurs effets défavorables sur les performances avicoles.

Dans notre essai, nous avons utilisé un additif commercialisé en Algérie correspondant à une combinaison de MOS et béta-glucanes extrait de la levure *Saccharomyces cerevisiae* aux doses préconisées par le fabricant selon le protocole suivant : phase de démarrage 2kg/tonne, phase de croissance 1kg/tonne, phase de finition 0,5kg/tonne. De par son impact positif sur la croissance et la santé intestinale du poulet, nous avons opté pour un apport continu de cet additif pour prémunir le poulet dès son âge en vue d'une meilleure thermotolérance à l'âge adulte.

Dans nos conditions expérimentales, les taux de mortalités cumulés enregistrés étaient de l'ordre de $0,83 \pm 0,57$ chez les poulets supplémentés en additif contre $1,1 \pm 0,56$ chez les témoins. Ces taux sont relativement faibles par rapport à ceux communément relevés lors de stress thermique à l'ITELV (6 à 7% en moyenne) ou en conditions de terrain (au-delà de 10%). Ceci dénote les bonnes conditions d'élevage de cet essai. La bibliographie rapporte un effet positif des MOS sur la survie des poulets exposés à divers stress en raison de leur impact significatif sur la santé intestinale et l'équilibre de la flore digestive et la réponse immunitaire (Sping et Géliot 1999).

Par ailleurs, d'après nos résultats, la supplémentation alimentaire en mannanes oligosaccharide et béta-glucanes n'a pas eu l'effet positif attendu en termes d'amélioration de la croissance de poulets élevés au chaud comme il a été signalé dans d'autres essais menés en conditions de thermoneutralité (Hooge 2004) ou en

conditions de stress thermique cyclique (Sohail *et al.* 2010).

En effet, dans nos conditions, la supplémentation alimentaire en MOS et b-glucanes a réduit les gains de poids cumulés des poulets (-5% ; $p < 0,01$) malgré une légère augmentation en démarrage (+5%, $p = 0,07$). Ces résultats ne corroborent pas ceux obtenus par Sohail *et al.* (2010) qui rapportent une augmentation significative du poids vif de l'ordre de 17% chez des poulets exposés durant 42 jours à un stress thermique cyclique (35°C de 08h à 18h) et supplémentés en MOS à la dose de 0,5%.

Par ailleurs, dans nos conditions, l'ajout de l'additif semble abaisser la consommation alimentaire d'environ 3% ($p = 0,08$). Aussi, les indices de conversion se trouvent légèrement altérés chez les lots supplémentés : +3% en moyenne ($p = 0,15$). De la même façon, dans l'étude de Sohail *et al.* (2010), aucune variation significative de la consommation ou de l'indice de conversion alimentaire n'est relevée entre les poulets témoins et ceux supplémentés avec 0,5% de MOS et exposés à un stress thermique cyclique. En revanche, Silva *et al.* (2010) trouvent des améliorations de l'indice de conversion alimentaire induites par l'ajout de MOS à l'aliment de poulets soumis à des températures ambiantes élevées.

Cette variabilité des résultats pourrait s'expliquer par les conditions expérimentales ainsi que la nature et les doses des additifs utilisés.

Nous avons calculé l'index de production pour les 2 groupes expérimentaux. Il s'agit d'une variable synthétique qui permet de mettre en évidence la rentabilité d'un élevage en portant une appréciation globale sur ses performances technico-économiques. Cet index, intègre le gain de poids moyen, l'indice de consommation et le taux de viabilité. Il est considéré comme **médiocre** s'il est inférieur ou égal à 50 ; **moyen** s'il est compris entre 50 et 100 ; **acceptable** lorsqu'il est compris entre 100 et 150 et **bon** lorsqu'il est entre 150 et 250 (LAIFAOUÏ *et al.*, 2005). Dans notre étude, les index de production obtenus dans les deux cycles d'élevage dépassent les 150. Ils sont donc considérés comme bons avec un léger avantage pour le lot témoin (198 vs.184).

En conclusions,

Dans nos conditions d'essai, l'ajout de l'additif à base de MOS et bêta-glucanes (aux doses de 2kg/t en démarrage, 1kg/t en croissance et 0,5kg/t en finition) n'a pas significativement modifié l'ingéré et les indices de conversion alimentaires et a réduit la croissance des poulets élevés au chaud ($30\pm 1^{\circ}\text{C}$). Des études ultérieures devraient examiner d'autres doses de cet additif chez des poulets placés en conditions sanitaires moins favorables que celles de la présente expérimentation.

Références

A

- Ain baziz H., 1996. Effet d'une température ambiante élevée sur le métabolisme lipidique chez le poulet en croissance. Thèse doctorat de l'université de Tours, 147 pages.
- Ait boughalen A., 1996. Stress thermique et Nutrition et Alimentation des Volailles en climat chaud. Département de production animale d'agriculture. Mai 1996.
- Aksit M., Yalcin S., Ozkan S., Metin K. & Ozdemir D., 2006. Effects of Temperature During Rearing and crating on stress Parameters and Meat Quality of broilers. Poultry Science, 85,1867-1874.
- Amand G., Aubert C., Bourdette C., Bouvarel I., Chevalier D., Dusanter A., Franck Y, guillou M, Hassouna M, Le Biavan R., Mahe F., Prigent JP., Robin P., 2004. La prévention du coup de chaleur en aviculture. Sciences et technique Avicoles-Hors série-Mais 2004.

B

- Babincová, M., Machová, E., Kogan, G., 1999. Carboxymethylated glucan inhibits lipid peroxidation in liposomes. Z. Naturforsch. 54c, 1084–1088.
- Balnave D.& Oliva AG., 1991. The influence of sodium bicarbonate and sulfur amino acids on the performance of broilers at moderate and high temperatures. Australian journal of Agricultural Research. 42(8), 1385-1397.
- Biggs, P., Parsons, C.M., And Fahey, G.C., 2007. Effects of several Oligosaccharides on growth performance, nutrient digestibilities, and caecal microbial populations in young chicks. Poultry Sci. 86: 2327-2336.
- Bohn, J.A., BeMiller, J.N., 1995. (1→3)-β-D-Glucans as biological response modifiers: a review of structure-functional activity relationships. Carbohydr. Polym. 28, 3–14.
- Bonnet S., Gerat PA., Lessire M., Carre B. & Guillaumin S., 1997. Effects of high ambient temperature on feed digestibility in broilers ; poultry science. 76(6), 857-863.
- Borges SA., Fischer da Silva AV., Majorka A., Hooge D M. & Cummings KR., 2004. Physiological responses of broiler chickens to heat stress and dietary electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalents per Kilogram). Poultry science, 83, pp 1551-1558.

- Bradley, G.L., Savage, T.F., and Timm, K.I., 1995. The effects of supplementing diets with *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* on male poult performance and ileal morphology. *Poultry Sci.* 73:1766-1770.
- Browder, W., Williams, D., Pretus, H., Olivero, G., Enrichens, F, Mao, P., Franchello, A., 1990. Beneficial effect of enhanced macrophage function in trauma patient. *Ann. Surg.* 211, 605–613.
- Brown, G.D., 2006. Dectin-1: a signalling non-TLR patternrecognition receptor. *Nat. Rev., Immunol.* 6, 33–43.
- Brown, G.D., Gordon, S., 2001. Immune recognition: a new receptor for beta-glucans. *Nature* 413, 36–37.

C

- Cerniglia GJ. Herbert JA., & Watts AB., 1983. The effects of constant ambient temperature and ration on the performance of sexed broilers. *Poultry science*; 62(5), 746-754.
- Chakroun C., 2004. Les effets de la chaleur en aviculture. *Volaille de Tunisie Revue Scientifique, technique du secteur avicole en Tunisie*, N°-33, Septembre 2004.
- Čipák, L', Miadoková, E., Dingová, H., Kogan, G., Novotný, L., Rauko, P., 2001. Comparative DNA-protectivity and anti-mutagenity studies using the DNA-topology and Ames assays. *Toxicol. In Vitro* 15, 677–681.

D

- Daniels, C., D. Boothroyd, S. Davies, R. Pryor, D. Taylor, and C. Wells. 2006. Bio-Mos® improves the growth and survival of cultured European lobster. *Shellfish new* 21: 23 - 25.
- Davis, M.E., C.V. Maxwell, G.F. Erf, D.C. Brown, and T.J. Wistuba. 2004. Dietary supplementation with phosphorylated mannans improves growth response and modulates immune function of weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 82:1882-1891.
- De Gussem M., Vancraeynest D., De Gussem J., Huyghebaert G., Marien M., 2006. Comparison of impact on zootechnical performance of Histostat® and Natustat® in prevention of histomonosis and flagellates in turkeys. 23 rd World Poultry Congress, Brisbane, Australia.

E

El-Husseiny O., & Creiger C. R., 1980. The effects of ambient temperature on carcass energy in chickens. Poultry science. 59, 2307-2311.

F

Fathy Abd-El Twab Abd-El Hafz., 2006. Study of some anti-heat stress procedures in broilers. 2006. These de magister. Agricultural science Animal Production (poultry Physiology) Department of Animal Production faculty of Agriculture Al-Azhar University. 47 pages.

Ferket, P.R., (2004). Alternatives to antibiotics in poultry production: response, practical experience and recommendations. In: Lyons, T.P. and K.A. Jacques (eds.), Biotechnology in the Feed and Food Industry, Proceedings of Alltech's 20th Annual Symposium, pp: 57–66. Nottingham University Press, UK.

Firon M., Ofek I. & Sharon N., 1984. Carbohydrate-binding sites of the mannose specific fimbrial lectins of Enterobacteria. Infection and Immunity, 43, 1088-1090.

G

Gantner, B.N., Simmons, R.M., Canavera, S.J., Akira, S., Underhill, D.M., 2003. Collaborative induction of inflammatory responses by dectin-1 and Toll-like receptor 2. J. Exp. Med. 197, 1107–1117.

Geraert PA., 1991. Métabolisme énergétique du poulet de chaire en climat chaud. INRA production Animale,4,pp 257-267.

Geraet,P A., J A., Padilha and S. Guillaumin, 1996. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. British. Journal. Nutrition., 75.,205-216.

Gregorio Rosales A., 1993. Managing stress in broiler breeders. Poultry science Association, 3, pp 199-207.

Griggs, J. P., and J. P. Jacob. 2005. Alternatives to antibiotics for organic poultry production. J. Appl. Poult. Res. 14:750 -756.

Grimes, J.L., Maurice, D.V., Lightseg, S.F., and Lopez, J.G., 1997. The effect of dietary fermacto on laying hen Performance. J. Appl. Poult. Res. 6:399-403.

H

Herre, J., Gordon, S., Brown, G.D., 2004. Dectin-1 and its role in the recognition of β -glucans by macrophages. *Mol. Immunol.* 40, 869–876.

Hooge, D., 2003. Broiler chicken performance may improve with MOS. *Feedstuffs*, 6:11-13.

Hooge, D., 2004. Meta-analysis of broiler chicken pen trials evaluating dietary mannan oligosaccharide, 1993-2003. *Int. J. Poultry Sci.*, 3: 163-174.

Howlider, M. A. R. & Rose S. P., 1989. Rearing temperature and the meat yield of broilers. *British Poultry science. And Technology.*, 30,61-67.

I

Iji, P. A., A. A. Saki and D. R. Tivey, 2001. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. *J. Sci. Food Agric.*, 81: 1186-1192.

J

Johnson R J., & Farrell D. J., 1983. Energy metabolism of groups of broiler breeders in open circuit respiration chambers. *British. Poultry. Science.*, 24, 439-453.

K

Khan MS., Farooqi HAG., khan MA., Rabbani M., Pervez K. & khan JA., 2005. Evaluation of Betaine and vitamin C in Alleviation of heat stress in broilers. *International journal of Agriculture and Biology*, 7(5), pp 744-746.

Kocher, A., S. A. Denev, I. Dinev, I. Nikiforov and C. Scheidemann, 2005. Effects of mannan oligosaccharides on composition of the cecal microflora and performance of broiler chickens. Paper presented at: 4 BOKU-Symposium Tierernahrung; Tierernahrung ohne antibiotische Leistungsforderer; Universitat fur Bodenkunde Wien, Wien, pp. 216-220.

Kogan, G., Masler, L., Šandula, J., Navarová, J., Trnovec, T., 1989. Recent results on the structure and immunomodulating activities of yeast glucan. In: Crescenzi,V.,Dea, I.C.M., Paoletti, S., Stivala, S.S., Sutherland, I.W. (Eds.), *Biomedical and Biotechnological Advances in Industrial Polysaccharides*. Gordon and Breach Science Publishers, New York, pp. 251–258.

L

Larbier, M., Leclercq B., 1993. *Nutrition et alimentation des volailles*, INRA Edition, Paris, 355 pages.

Lin H., Wang LF., Song JL., Xie YM. & yang QM., 2002. Effects of dietary supplemental levels of vitamin A on the egg production and immune responses of heat-stressed laying hens. *Poultry science*, 81, pp 458-465.

M

Mekee J S., Harrison P. C., & Riskowski G.L., 1997. Effects of Supplemental Ascorbic Acid on the Energy Conversion of Broiler chicks During Heat Stress and Feed Withdrawal. *Poultry science* 76, 1278-1286.

Mourao J. L., 2006. Effect of mannan oligosaccharides on the performance, intestinal morphology and cecal fermentation of fattening broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*.

N

Narongsak C., 2004. Physiological reactions of poultry to heat stress and methods to reduce its effects on poultry production. *Thai journal. Veterinary medicine*. Vol. 34 No. 2, 30 June. 17-29.

Newman, K.. 1994. Mannan oligosaccharides: Natural polymers with significant impact on the gastrointestinal microflora and immune system. In *Proceedings of Alltech's 10 th Annual Symposium: Biotechnology in the Feed Industry*. T.P. Lyons and K.A Jacques, Eds. Nottingham University Press, Nottingham, UK. Pages 167-174.

O

Osborn, H.M.I. and Khan, T.H. (2000) *Oligosaccharides: Their synthesis and biological roles*. Oxford University Press Inc., New York.

Oyofe, B. A., R. E. Droleskey, J. O. Norman, H. H. Mollen- hauer, R. L. Ziprin, D. E. Corrier, and J. R. De Loach. 1989. Inhibition by mannose of in vitro colonization of chicken small intestine by *Salmonella typhimurium* . *Poultry. Sci.* 68:1351–1356.

P

Padilha JFC., 1995. Influence de la chaleur sur le métabolisme énergétique et sa régulation chez le poulets en croissance. Thèse de doctorat de l'université de Tours, 205 pages.

Parks, C.W., Grimes, J.L., Ferket, P.R., and Fairchild, A.S., 2001. The effect of mannanoligosaccharides, bambarmycins, and virginiamycin on performance of large white male market turkeys. *Poultry Sci.* 80:718-723.

- Patterson, J.A., and Burkholder, K., 2003. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poult. Sci.* 82:627-631.
- Pelicano, E.R.L., de Souza, P.A., de Souza, H.B.A. , Leonel, F.R., Zeola , N.M.B.L., and Boiago, M.M., 2004. Productive traits of broiler chickens fed diet containing different growth promoters. *Rev. Bras. Since. Avicola*, 6:177-182.
- Pinheiro V., Guedes C. M., Outor-Monteiro D. & Mourao J. L., 2009. Effects of fibre level and dietary mannanoligosaccharides on digestibility, caecal volatiles fatty acids and performances of growing rabbits. *Animal Feed Science and Technology*, 148, 288-300.
- Pretus, H.A., Ensley, H.E., McNamee, R.B., Jones, E.L., Browder, I.W., Williams, D.L., 1991. Isolation, physicochemical characterization and preclinical efficacy evaluation of soluble scleroglucan. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 257, 500–510.

R

- Rice, P.J., Kelley, J.L., Kogan, G., Ensley, H.E., Kalbfleisch, J.H., Browder, I.W., Williams, D.L., 2002. Human monocyte scavenger receptors are pattern recognition receptors for (1→3)- β -D glucans. *J. Leukoc. Biol.* 72, 140–146.
- Rosen, G. D., 2007. Holo-analysis of the efficacy of Bio-Mos in broiler nutrition. *Br. Poultry. Sci.*, 48: 21-26.
- Ross, G.D., Cain, J.A., Myones, B.L., Newman, S.L., Lachmann, P.J., 1987. Specificity of membrane complement receptor type three (CR3) for beta-glucans. *Complement* 4, 61–74.

S

- Sahin K., Onderci M., Sahin N., Gursu M F., et Kucuk O., 2003. Dietary Vitamin C and Folic Acid Supplimentation Ameliorates the detrimental Effects of Heat Stress in Japanes Quail. *Journal of Nutrition*. 133: 1882-1886.
- Savage, G.P. and E.I. Zakrzewska. 1996. The performance of male turkeys fed a starter diet containing a mannan oligosaccharide (Bio-Mos) from day old to eight weeks of age. Pages 47-54 in *Proceedings of Alltech's 12th Annual Symposium: Biotechnology in the Feed Industry*. T.P. Lyons and K.A. Jacques, eds. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

- Savage, T.F., E.I. Zakrzewska, and J.R. Andreessen. 1997. The effect of feeding mannan oligosaccharide supplemented diets to poultry on performance and the morphology of the small intestine. *Poultry. Sci.* 76:139.
- Sherwood, E.R., Williams, D.L., DiLuzio, N.R., 1986. Glucan stimulates production of antitumor cytolytic/cytostatic factor(s) by macrophages. *J. Biol. Response Modif.* 5, 504–526.
- Sherwood, E.R., Williams, D.L., McNamee, R.B., Jones, E.L., Browder, I.W., DiLuzio, N.R., 1987. In vitro tumoricidal activity of resting and glucan-activated Kupffer cells. *J. Leukoc. Biol.* 42,69–75.
- Silva, V. K., J. D. Torre da Silva, R. A. Gravena, R. H. Marques, F. H. Hada, and V. M. Barbosa de Moraes. 2010. Yeast extract and prebiotic in pre-initial phase diet for broiler chickens raised under different temperatures. *R. Bras. Zootec.* 39: 165-174.
- Sohail A. M. U., 2012, Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress, *Poultry Science* 91:2235-2240.
- Spring, P., 1999. Modes of action of dietary mannan oligosaccharide as a growth enhancer. *Zootech. Int.*, 22: 34-36.
- Spring, P., C. Wenk, K.A. Dawson, and K.E. Newman. 2000. The effects of dietary mannan oligosaccharides on cecal parameters and the concentration of enteric bacteria in the ceca 39 of Salmonella-challenged broiler chicks. *Poultry. Sci.* 79:205-211.
- Strickling, J.A., Harmon, D.L., Dawson, K.A., Gross, K.L (2000) Evaluation of oligosaccharide addition to broiler chickens diets: influences on nutrient digestion and microbial populations. *An Feed Sci & Tech* 86, 205-219.
- Sun, X., 2004. Broiler performance and intestinal alterations when fed drug-free diets. Master of Science Thesis, The Graduate School, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
- Szymanska-Czerwinska M., D. Bednarek, B. Zdzisinska, M. Kandefer-Szerszen. 2009. Effect of tylosin and prebiotics on the level of cytokines and lymphocyte immunophenotyping parameters in calves. *Centr. Eur. J. Immunol.* 34: 1-6.

T

Temim S, 2000. Effet de l'exposition chronique à la chaleur et de l'ingéré protéique sur le métabolisme protéique du poulet de chair en finition. Thèse de doctorat d'état, Université d'Aix Marseille, p109.

W

Waibel P.E., Macleod M. G., 1995. Effects of cycling temperature on growth, energy metabolism and nutrient retention of individual male turkeys. British poultry science. 36, 39-49. (Abstract)

Waldroup, A.L., Skinner, J.T. , Hierholzer, R.E., and Waldroup, P.W., 1993. An evaluation of fructooligosaccharide in diets for broiler chickens and effects on salmonella contamination of carcasses. Poultry Sci. 72:643-650.

Williams, D.L., Mueller, A., Browder, W., 1996. Glucan-based macrophage stimulators. A review of their anti-infective potential. Clin. Immunother. 5, 392–399.

Willment, J.A., Marshall, A.S., Reid, D.M., Williams, D.L., Wong, S.Y., Gordon, S., Brown, G.D., 2005. The human beta-glucan receptor is widely expressed and functionally equivalent to murine Dectin-1 on primary cells. Eur. J. Immunol. 35, 1539–1547.

Wu, T.X., Dai X.J., Wu, L.Y., 1999. Effects of *fructooligosaccharide* on the broiler production. Acta Agric. Zhejiangensis 11:85-87.

Y

Yahav S. and Hurwitz S. 1996. Incubation of thermotolerance in male broiler chickens by temperature conditioning at an early age. Poultry science. 75. 402-602.

Yalçın S., zkan S. O., Oktay G., abuk M. C., Erbayraktar Z & Bilgili S. F., 2004. Age- Related Effects of Catching, Crating, and Transportation at Different Seasons on Corc Body Temperature and Physiological Blood Parameters in Broilers. Journal Applied Poultry. Research. 13. 549-560.

Yang, Y., P. A. Iji, A. Kocher, L. L. Mikkelsen and M. Choct, 2007. Effects of mannan oligosaccharide on growth performance, the development of gut microflora and gut function of broiler chickens raised on new litter. J. Appl. Poult. Res., 16: 280-288.

Yang, Y. Iji, P.A., Kocher, A, Mikkelsen, L.L., and Choct, M., 2008. Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth performance, nutrient digestibility and gut development of broilers given different cereal-based diets. J. Anim. Physiol. Anim. Nutri. 92:650-659.

Yunis R., Cahaner A., 1999.the effects of naked neck (Na) and frizzle genes on growth and meat yield of broilers and their interactions with ambient temperatures and potential growth rate. Poultry science. 78,1347-1352.

Z

Zimmerman, J.W., Lindermuth, J., Fish, P.A., Palace, G.P., Stevenson, T.T., DeMong, D.E., 1998. A novel carbohydrate–glycosphingolipid interaction between a beta-(1–3)-glucan immunomodulator, PGG-glucan, and lactosylceramide of human leukocytes. J. Biol. Chem. 273, 22014–22020.

AGRIMOS® 20Kg

MOS & β -GLUCANS YEAST EXTRACTS

AGRIMOS® is a specific combination of manno-oligosaccharides (MOS) and glucose (β -glucans) extracted from the yeast cell walls of *Saccharomyces cerevisiae*.

MOS are natural oligosaccharides, composed of various mannose chains, that block pathogens their colonisation within the digestive tract of the animal.

β -glucans, essential components of yeast cell walls, are particularly important to support the non-specific immune system of the animal.

AGRIMOS® is obtained by the autolysis of yeast cells at high temperature and at a controlled pH. After yeast autolysis is completed, cell wall and yeast extracts are separated by centrifugation, and cell wall is spray dried.

PHYSICAL PROPERTIES

APPEARANCE :

- light brown tan powder
- particle size : 70 % between 80 and 315 μ m
- density : 611,6 g/litre

APPLICATION :

- AGRIMOS® has been formulated to insure optimal flow within the industrial process and an homogenous repartition into premixes.
- AGRIMOS® is compatible with most feed ingredients and feed additives usually used in the manufacture of feedingstuffs.

NUTRITIONAL ANALYSIS

SPECIFICATION :

• Dry Extract	94.0-99.0 %
• Total Nitrogen	2.0-3.5 %
• Proteins (Nx6.25)	12.0-22.0 %
• Carbohydrates	42.0-56.0 %
• Lipids	17.0-23.0 %
• Minerals	5.0-8.0 %
• pH	2.6-3.2

HEAVY METAL :

• Arsenic	< 0.5 ppm
• Cadmium	< 0.5 ppm
• Mercury	< 0.1 ppm
• Lead	< 10 ppm
• Selenium	< 0.2 ppm

MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS

• Aerobic mesophil bacteria	< 5000/g	• Molds	< 50/g
• Coliform bacteria	< 10/g	• Salmonellas (for 25 g)	Negative
• Sulfite-reductor <i>Clostridium</i>	< 10/g	• <i>E.coli</i>	Negative
• Yeast	< 50/g	• <i>Staphylococcus aureus</i>	Negative



www.lallemand.com
animal@lallemand.com

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION SA
19, rue des Briquetiers - BP 59
31702 Blagnac Cedex - FRANCE
Tel.: +(33) 5-62-74-55-55
Fax: +(33) 5-62-74-55-00

INCLUSION RATE

AGRIMOS® is an ingredient which must be used exclusively in the manufacture of feeding stuffs.

AGRIMOS®,
incorporation continuously into feed

PIGS

- Piglets 2 kg/ton
- Fattening Pigs 1 kg/ton

BROILERS

- Starters 2 kg/ton
- Growers 1 kg/ton
- Finishers 0.5 kg/ton

LAYERS

0.5 kg/ton

SAFETY

AGRIMOS® is a totally non toxic feed ingredient. It leaves no residue and is compatible with other feed components.

AGRIMOS® is stable in all the types of animal feed : flour, pellets or liquids.

AGRIMOS® can be stored up to 18 months after the manufacturing date in a cool, dry place.

DUCKS

1 kg/ton

RABBITS

2 kg/ton

CALVES

2 kg/ton

FATTENING LAMBS

1 to 2 kg/ton

FISHES

0.5 to 1 kg/ton

PACKAGING

20 kg bags with polyethylene liner.



www.lallemand.com
animal@lallemand.com

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION SA
19, rue des Briquetiers - BP 59
31702 Blagnac Cedex - FRANCE
Tel.: +(33) 5-62-74-55-55
Fax: +(33) 5-62-74-55-00