

# Performance d'engraissement de poulets mâles nourris avec différentes sources de protéines

Stefanie Ammer, Nele Quander, Julia Posch, Veronika Maurer et Florian Leiber  
Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL), 5070 Frick, Suisse  
Renseignements: Stefanie Ammer, e-mail: [stefanie.ammer@fibl.org](mailto:stefanie.ammer@fibl.org)



Le poids vif des mâles d'hybrides de ponte est déterminé une fois par semaine dans l'essai d'engraissement.  
(Photo: Thomas Alföldi, FiBL)

## Introduction

Au cours des dernières décennies, la sélection des volailles a permis d'atteindre une forte augmentation des rendements, principalement par une sélection unilatérale des animaux axée soit sur la performance d'engraissement, soit sur la performance de ponte. La fertilité et le potentiel musculaire, de nature héréditaire, étant négativement corrélés, la performance des animaux peut être améliorée par une sélection d'hybrides destinés à un seul type d'utilisation. Dès lors, dans les lignées de poules pondeuses, les mâles se caractérisent par une moins bonne performance d'engraissement et, jusqu'à présent, leur exploitation (élevage, production) n'était pas rentable (Kaufmann et Andersson 2015). Dès lors, la pratique courante consiste à tuer les poussins mâles des hybrides de ponte dès leur naissance. Cependant, cette pratique se heurte à une opposition croissante d'une partie des consommateurs et des responsables politiques

ainsi que des associations de protection des animaux (Brujinis *et al.* 2015) et elle fait de plus en plus l'objet de discussions sur l'éthique de l'élevage animal dans les milieux agricoles (Grethe *et al.* 2015).

L'engraissement des poulets mâles fait partie des principales alternatives à l'abattage des poussins. Comme c'était à prévoir, différentes études confirment que, comparativement aux hybrides d'engraissement classiques, l'engraissement des poulets mâles se caractérise par une durée d'engraissement plus longue, une moindre performance d'engraissement, un plus faible taux de conversion alimentaire et, partant, une consommation d'aliments plus importante (p. ex. Kaufmann et Andersson 2015). Toutefois, les aliments utilisés dans ces études étaient des aliments d'engraissement standard (bio ou conventionnels), dont la composition était adaptée aux besoins des hybrides d'engraissement et excédait donc

les besoins nutritionnels des poulets mâles. L'engraissement des poulets mâles offre notamment la possibilité de remplacer les coûteux tourteaux de soja produits de manière intensive par des protéagineux produits de manière extensive et susceptibles d'être cultivés localement. Dans ce contexte, l'objectif de cette étude était de déterminer, dans des conditions d'engraissement contrôlées:

1. l'influence du génotype sur la performance de croissance des mâles des hybrides de ponte;
2. dans quelle mesure différentes teneurs et sources de protéines dans l'alimentation influencent la performance d'engraissement de différents génotypes.

## Matériel et méthodes

### Génotypes et alimentation

Les trois essais d'engraissement ont été menés dans des conditions contrôlées au FiBL. Les origines (génotypes) des animaux utilisés, le nombre d'animaux et la durée d'engraissement dans chacun des essais A à C sont indiqués dans le tableau 1. Dans les essais A et B, les mâles d'hybrides de ponte Lohmann Braun (LB) sont comparés aux mâles hybrides Lohmann Selected Leghorn (LSL) avec le génotype à croissance lente Hubbard JA 757 (HUB), principalement utilisé pour l'engraissement biologique de poulets mâles. Les poulets HUB ont été abattus après environ 60 jours d'engraissement (59 à 63 jours). La durée d'engraissement pour les génotypes LB et LSL a été définie de façon à ce que ces animaux atteignent si possible le même poids que les poulets HUB en fin d'engraissement. Dans l'essai C, seuls des poulets mâles de génotype LB ont été engraisés pendant 96 jours. Dans tous les essais, les animaux étaient des poussins d'un jour d'abord placés ensemble dans le poulailler puis répartis de manière aléatoire dans les groupes d'essais le 7<sup>e</sup> jour. Les régimes alimentaires différaient selon les groupes

**Tableau 1** | Nombre d'animaux et durée d'engraissement dans trois essais d'engraissement de poulets mâles.

Critère	Essai d'engraissement		
	A	B	C
Nombre d'animaux, total	135	135	198
Génotype, nombre d'animaux (durée d'engraissement)			
Hubbard JA 757 ♂ ♀	45 (63 jours)	45 (59 jours)	–
Lohmann Braun ♂	45 (91 jours)	45 (94 jours)	198 (96 jours)
Lohmann Selected Leghorn ♂	45 (104 jours)	45 (101 jours)	–
Nombre de groupes expérimentaux	9	9	9
Nombre d'animaux par groupe expérimental	15	15	22

**Résumé** ■ Les performances de croissance de mâles d'hybrides de ponte recevant une alimentation comportant des sources et des teneurs différentes en protéines ont été étudiées dans trois essais d'engraissement. Par rapport aux hybrides d'engraissement Hubbard JA 757 (HUB), les poulets mâles des génotypes Lohmann Braun (LB) et Lohmann Selected Leghorn (LSL) présentent une moins bonne performance d'engraissement. Le poids vif, la prise de poids journalière et le poids à l'abattage sont influencés par le génotype. Les mâles LB présentent cependant de nets avantages en termes de performance par rapport aux mâles LSL. Le remplacement partiel du soja par de la farine de luzerne verte dans les rations, qui s'accompagne d'une réduction de l'apport en protéines, entraîne une perte de rendement, en particulier pour la lignée HUB. À l'inverse, le passage à des rations à plus faible teneur en protéines s'est avéré avantageux pour le génotype LB, ce qui offre la possibilité pour l'engraissement de poulets mâles de compenser, par la composition de la ration, la moindre efficacité alimentaire des mâles.

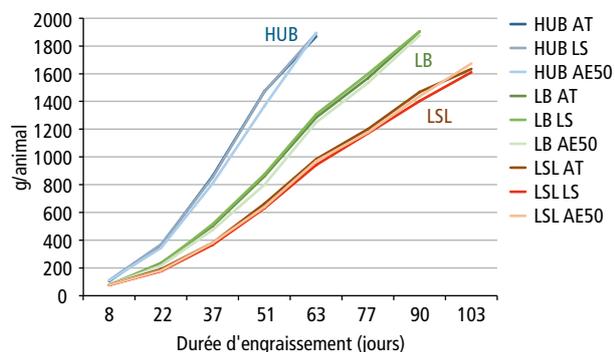
en termes de sources et de proportions de protéines dans les rations. Dans chaque essai, trois rations ont été utilisées et fournies *ad libitum*:

### Essai A

1. Aliments témoins (AT): aliments d'engraissement bio standard pour les poulets mâles (proportion de 25% de tourteau de soja)
  2. Luzerne séparée (LS): AT avec farine de luzerne présentée séparément *ad libitum*
  3. Aliments d'essai 50 (AE50): AT, substitution de 50% du tourteau de soja par de la farine de luzerne
- Chaque génotype a reçu chaque type d'aliments. Les groupes comprenaient 15 individus (N = 15).

### Essai B

1. Aliments témoins (AT): aliments d'engraissement bio standard pour les poulets mâles (proportion de 25% de tourteau de soja)
2. Aliments d'essai 50 (AE50): AT, substitution de 50% du tourteau de soja par de la farine de luzerne
3. Aliments d'essai 100 (AE100): AT, substitution de 100% du tourteau de soja par de la farine de luzerne



**Figure 1** | Essai A: évolution de la croissance des animaux engraisés selon le génotype et le type d'aliments.

Chaque génotype a reçu chaque type d'aliments. Les groupes comprenaient 15 individus (N=15).

#### Essai C

1. Aliments témoins (AT): aliments d'engraissement bio standard pour les poulets mâles (proportion de 25% de tourteau de soja), foin de farine haché présenté séparément *ad libitum*.
2. Aliments d'essai 20 (AE20): AT avec une proportion réduite de tourteau de soja (20%), foin de farine haché présenté séparément *ad libitum*.
3. Aliments d'essai 15 (AE15): AT avec une proportion réduite de tourteau de soja (15%), foin de farine haché présenté séparément *ad libitum*.

Dans cet essai, seul le génotype LB a été utilisé. Les groupes comprenaient 22 individus (N=22).

Les mélanges d'aliments de tous les essais ainsi que la farine de luzerne verte (essais A et B) ont été obtenus auprès de Mühle Rytz AG. Le foin de luzerne haché de qualité bio (essai C) a été obtenu en animalerie. Les composants les plus importants des mélanges utilisés sont présentés dans le tableau 2.

#### Collecte et évaluation des données

Au cours des essais, le poids vif de chacun des individus a été déterminé chaque semaine. La consommation alimentaire a été déterminée pour chacun des groupes (essais A et B: de manière hebdomadaire; essai C: quotidiennement). Le poids en fin d'engraissement et le poids à l'abattage ont été mesurés pour chaque individu.

Dans l'évaluation des données, l'influence du génotype et de l'alimentation (essais A et B) ou de l'alimentation seule (essai C) sur les paramètres de performance des animaux a été estimée en utilisant des modèles linéaires mixtes (logiciel de statistiques: SPSS 20.0).

#### Résultats et discussion

##### Influence du génotype

Dans l'essai A, les poulets HUB ont atteint un poids vif moyen de 1843 g après une durée d'engraissement de 63 jours, ce qui correspond à une pratique courante en agriculture biologique (fig. 1). Les animaux LB ont pu atteindre un poids moyen comparable après 91 jours (1871 g). Comme les LSL, même après 104 jours, présentaient encore un poids en fin d'engraissement significativement inférieur (1631 g,  $P < 0,001$ ), l'engraissement a été interrompu à ce moment. Dans l'essai B, les poids en fin d'engraissement différaient significativement pour les différents génotypes après des durées d'engraissement comparables: 1109 g en moyenne pour HUB, 1544 g pour LB et 1299 g pour LSL ( $P < 0,001$ ) (fig. 2; valeur moyenne). Les poids atteints en fin d'engraissement sont comparables aux résultats d'autres études, dans lesquelles les poids vifs variaient de 1243 g après 80 jours d'engraissement pour le génotype Meisterhybrid (Damme et Ristic 2003) à 1769 g après 90 jours pour la race ISA Brown (Lichovnikova *et al.* 2009).

De façon prévisible, les courbes de croissance sont les plus raides pour HUB dans l'essai A, suivi par LB. L'évolution de

**Tableau 2** | Composition des rations utilisées dans les essais A, B et C.

Composants par kg d'aliments	AT <sup>1</sup>	Essai A		Essai B		Essai C		
		Farine de luzerne <sup>2</sup>	AE 50 <sup>3</sup>	AE 50 <sup>3</sup>	AE 100 <sup>4</sup>	AE 20 <sup>5</sup>	AE 15 <sup>6</sup>	Foin de luzerne <sup>7</sup>
Protéines brutes, %	20	16,5	18,4	18,4	15,5	19,2	17,6	15
Graisses brutes, %	6,5	1,0	5,7	5,7	5,5	6,4	6,3	2,0
Fibres brutes, %	4,2	26	6,5	6,5	8,4	4,0	3,8	30
Lysine, g	9,6	6,1	7,2	7,2	4,7	8,6	7,5	5,0
Méthionine, g	4,0	2,8	3,4	3,4	3,0	3,6	3,4	2,1
Énergie, MJ	12,2	6,06	11,4	11,4	10,7	12,3	12,5	4,3

<sup>1</sup> AT = aliments témoins, 25% de tourteau de soja (essais A, B, C).

<sup>2</sup> Farine de luzerne: luzerne verte broyée, présentée séparément, composants par kg MS.

<sup>3</sup> AE50: 50% du contenu en soja remplacé par de la farine de luzerne verte.

<sup>4</sup> AE100: 100% du contenu en soja remplacé par de la farine de luzerne verte.

<sup>5</sup> AE20: aliments d'essai, contenu en soja réduit à 20%, complétés par du foin de luzerne.

<sup>6</sup> AE15: aliments d'essai, contenu en soja réduit à 15%, complétés par du foin de luzerne.

<sup>7</sup> Foin de luzerne: foin de luzerne haché, présenté séparément.

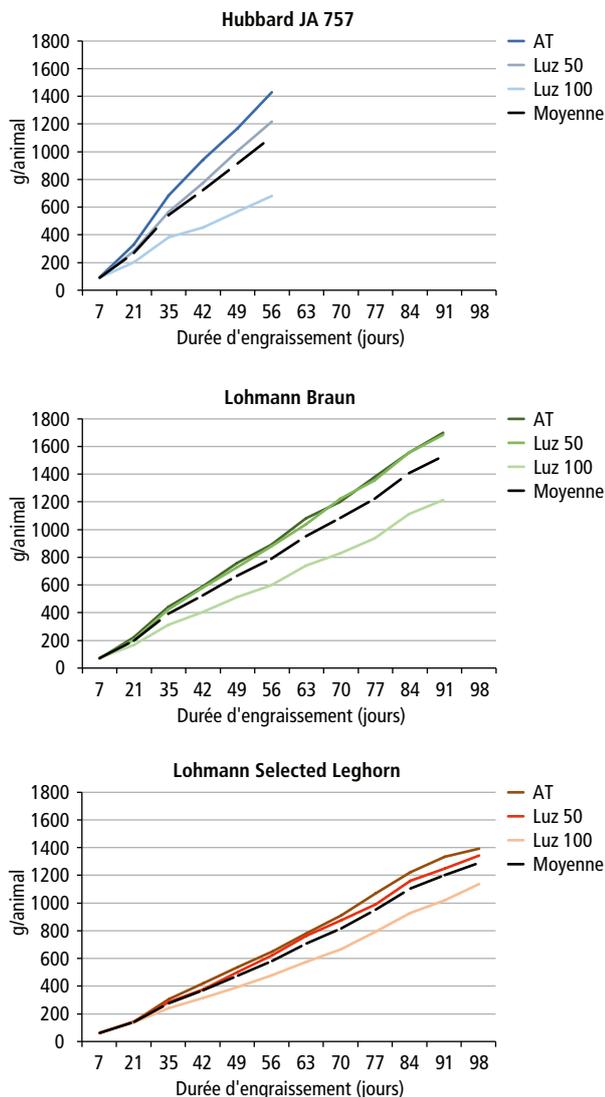


Figure 2 | Essai B: évolution de la croissance des animaux engraisés selon le génotype, le type d'aliments et en moyenne.

la croissance la plus faible est observée pour LSL (fig. 1). Ces meilleurs résultats pour LB par rapport à LSL sont confirmés dans d'autres études (p. ex., Koenig *et al.* 2012). Le génotype exerce une influence significative ( $P < 0,001$ ) sur les gains de poids journaliers des animaux engraisés dans l'essai A, lesquelles s'élevaient à 29,3 g en moyenne pour HUB, suivi de LB (20,6 g) et étaient les plus faibles pour LSL (15,7 g). Dans l'essai B, les gains de poids journaliers moyens selon le génotype étaient de 22,6 g (HUB), 18,7 g (LB) et 14,8 g (LSL), ces valeurs étant significativement différentes ( $P < 0,001$ ).

Malgré le poids en fin d'engraissement identique pour LB et HUB dans l'essai A, les poids à l'abattage différaient significativement sous l'influence du génotype ( $P < 0,001$ ) et s'élevaient à 1191 g (HUB), 1148 g (LB) et 957 g (LSL),

les rendements en viande étant respectivement de 64,6%, 61,3% et 58,7%. En revanche, dans l'essai B, on a obtenu des rendements à l'abattage en moyenne plus faibles de 674 g (HUB), 907 g (LB) et 746 g (LSL) ( $P < 0,001$ ), se traduisant par des rendements en viande de respectivement 60,3%, 58,3% et 57,5%. Dans l'étude de Kaufmann et Andersson (2014), des rendements en viande plus élevés ont été atteints pour LB (de 63,6 à 66,9%, selon le procédé d'élevage) avec une durée d'engraissement plus courte (80 jours), les poids vifs des poulets étant toutefois plus faibles que dans la présente étude. On peut se demander si l'optimisation de la durée d'engraissement peut être une variable d'ajustement dans l'engraissement des poulets mâles afin d'exploiter le plus efficacement possible les capacités productives des animaux.

### Influence des différents types d'alimentation

Pour déterminer l'influence sur la performance de croissance de poulets mâles nourris avec des protéines issues de cultures extensives, la luzerne a été utilisée comme alternative au tourteau de soja dans la présente étude. Dans la littérature, la luzerne a déjà été décrite comme source de protéines dans les aliments pour volaille, surtout pour les poules pondeuses (p. ex., Laudadio *et al.* 2014) ou a été utilisée en mélange avec d'autres composants (Leiber *et al.* 2017). Dans les essais d'engraissement décrits ici, les chercheurs-euses ont étudié l'utilisation de luzerne sous forme de farine ou de foin haché et en proportions variées dans la ration.

La comparaison des trois types d'alimentation dans l'essai A comportant différentes sources et teneurs en protéines ne fait pas apparaître de différence significative due à l'alimentation sur les performances de croissance mesurées ( $P > 0,05$ ). Seul un effet significatif de l'alimentation ( $P = 0,015$ ) sur les poids vifs a été observé en fonction du génotype. Les évolutions de croissance présentées à la figure 1 montrent clairement que les différents types d'alimentation, indépendamment du génotype, n'ont pas d'influence sur le tracé des courbes ( $P > 0,05$ ). En revanche, pour chaque génotype, l'alimentation a un effet significatif sur le poids final et sur les gains de poids journaliers ( $P < 0,001$ ) dans l'essai B (tabl. 3). Les courbes de croissance établies selon le génotype et les différents types d'alimentation (fig. 2) indiquent clairement que la réduction des protéines dans les rations résultant d'un remplacement partiel ou total du tourteau de soja par de la farine de luzerne entraîne des pertes de rendement plus importantes pour HUB que pour LB et LSL. Une substitution partielle du soja par de la farine de luzerne (AE50) induit quant à elle pour LB une évolution du poids quasi identique à celle d'une alimentation avec

**Tableau 3** | Essai B: poids en fin d'engraissement et gain de poids journalier des animaux engraisés, selon le génotype et le type d'alimentation, influence (valeur de P) du génotype (GT), des aliments et de l'interaction génotype-aliments (GT\*aliments).

Paramètre (g/animal)	HUB			LB			LSL			Valeur de P		
	AT <sup>1</sup>	AE50 <sup>2</sup>	AE100 <sup>3</sup>	AT <sup>1</sup>	AE50 <sup>2</sup>	AE100 <sup>3</sup>	AT <sup>1</sup>	AE50 <sup>2</sup>	AE100 <sup>3</sup>	GT	Aliments	GT*aliments
Poids en fin d'engraissement	1428 <sup>a</sup>	1219 <sup>b</sup>	681 <sup>c</sup>	1712 <sup>d</sup>	1698 <sup>d</sup>	1224 <sup>b</sup>	1403 <sup>a</sup>	1351 <sup>a</sup>	1146 <sup>b</sup>	<0,001	<0,001	<0,001
Gain de poids journalier	29,1 <sup>a</sup>	25,0 <sup>b</sup>	13,7 <sup>cd</sup>	20,8 <sup>c</sup>	20,7 <sup>e</sup>	14,5 <sup>cd</sup>	16,4 <sup>c</sup>	15,0 <sup>cd</sup>	12,9 <sup>d</sup>	<0,001	<0,001	<0,001

<sup>1</sup> AT: aliments témoins, 25% de tourteau de soja

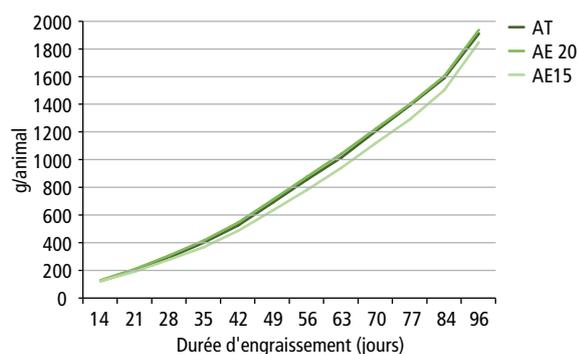
<sup>2</sup> AE50: 50% du contenu en soja remplacé par de la farine de luzerne verte

<sup>3</sup> AE100: 100% du contenu en soja remplacé par de la farine de luzerne verte

<sup>a-e</sup> les différentes lettres indiquent des différences significatives entre les valeurs moyennes pour chaque ligne (P < 0,05).

une nourriture d'engraissement standard (AT). Ce résultat montre clairement les avantages de LB par rapport à HUB sur le plan de l'efficacité alimentaire pour une teneur réduite en protéines. Dans le cas d'une substitution complète du soja par la luzerne (AE100), des rendements plus faibles sont observés pour tous les génotypes. Autrement dit, il existe une marge de manœuvre limitée dans l'apport en protéines pour la composition des rations dans l'engraissement des poulets mâles.

Les deux premiers essais ayant montré que l'engraissement de LB était nettement plus avantageux que l'engraissement de LSL, seuls des poulets LB ont été engraisés dans l'essai C pendant 96 jours. Les poids moyens en fin d'engraissement pour les différents types d'alimentation s'élevaient à 1915 g (AT), 1941 g (AE20) et 1852 g (AE15) sans influence significative de l'alimentation (P > 0,05). Les gains de poids journaliers pendant l'ensemble de la période d'engraissement étaient en moyenne de 21,6 g pour AT, 22,0 g pour AE20 et 20,6 g pour AE15, seules les différences entre les valeurs obtenues pour AE20 et AE15 étant significatives (P = 0,04). L'évolution de la croissance des poulets (fig. 3) présente un aspect quasi identique pour les alimentations avec AT et avec AE20, la courbe de croissance atteinte avec AE15 étant légèrement inférieure. Ce déficit de poids vif a cependant été presque compensé par une augmentation durant la dernière semaine d'engraissement. Tou-


**Figure 3** | Essai C: évolution de la croissance des poulets mâles (Lohmann Braun, LB) selon les types d'aliments.

tefois le poids moyen à l'abattage des animaux nourris avec AE15 était significativement plus faible (1127 g, P < 0,001) qu'avec AT (1180 g) et AE20 (1191 g). Le rendement en viande était de 60,9% pour AE15, 61,4% pour AE20 et 61,6% pour AT. Ainsi, une réduction à 20% du contenu en soja, compensée par la fourniture de foin de luzerne, permet d'engraisser des poulets LB sans entraîner de perte de croissance.

## Conclusions

Les résultats des essais d'engraissement de poulets mâles obtenus dans cette étude confirment, comme escompté, une moins bonne performance d'engraissement ainsi qu'une moindre efficacité alimentaire des poulets mâles par rapport aux hybrides d'engraissement, ce qui se traduit à la fois par une plus longue durée d'engraissement et par une consommation plus élevée de nourriture. La comparaison des génotypes montre clairement que les animaux LB présentent de nets avantages en termes de performance de croissance par rapport aux poulets LSL. Les résultats montrent aussi qu'il existe des facteurs de régulation dans l'engraissement des poulets mâles permettant d'améliorer l'efficacité alimentaire ou les ressources nécessaires. D'une part, l'optimisation de la durée d'engraissement permet d'exploiter au mieux le potentiel productif des poulets. D'autre part, les essais ont montré que la composition des rations permet d'utiliser des aliments à teneur réduite en protéines et issus d'une production extensive dans l'engraissement des poulets mâles sans perte de performance.

Il existe un conflit d'intérêt entre la durabilité écologique et la durabilité éthique dans l'engraissement des poulets mâles. Jusqu'à présent, les aspects éthiques ont primé par rapport aux objectifs de durabilité écologique. L'utilisation de sources de protéines issues d'une production extensive offre la possibilité de mieux tenir compte de la dimension écologique. ■

## Remerciements

Nous remercions la Fondation Sur-la-Croix pour son soutien financier à ce projet.

**Riassunto**

**Incremento ponderale dei pulcini maschi nutriti con diversi tipi di foraggio proteico**

Nell'ambito di tre prove centrate sull'ingrasso degli avicoli, è stato analizzato l'incremento ponderale dei pulcini maschi nati da ovaiole ibride e nutriti con diversi foraggi aventi tenori proteici variabili. Dal confronto tra gli ibridi da ingrasso Hubbard JA 757 (HUB) e i genotipi Lohmann Braun (LB) e Lohmann Selected Leghorn (LSL) è emerso che i pulcini maschi, come previsto, hanno mostrato un indice di accrescimento inferiore. Il genotipo ha influito sia su peso vivo e incremento giornaliero sia sul peso morto. Le prestazioni dei maschi LB sono state significativamente migliori rispetto agli esemplari LSL. La parziale sostituzione della soia con farina di erba medica nella razione, corrispondente alla diminuzione della quantità di proteine foraggiate, ha comportato, soprattutto nel caso degli HUB, un calo di resa. Per contro, nel caso del genotipo LB, è stata riscontrata una migliore conversione delle razioni con tenore proteico ridotto. Quest'ultimo risultato offre la possibilità di contrastare la bassa efficienza dei pulcini maschi da ingrasso attraverso la gestione della composizione della razione foraggera.

**Summary**

**Fattening performance of male layer hybrids fed different protein sources**

The growth performance of male layer hybrids fed diets containing different protein sources and protein contents was examined in three fattening trials. As expected, the comparison of the Lohmann Brown (LB) and Lohmann Selected Leghorn (LSL) genotypes with Hubbard JA 757 (HUB) broiler hybrids demonstrated that the male layer hybrids showed a lower fattening performance. Life weights, daily weight gains and carcass weights were influenced by genotype. However, the performance of the LB males was distinctly advantageous compared with that of the LSL males. The partial replacement in the rations of soya with alfalfa meal, which also led to lower protein contents, resulted in reduced performance, especially in HUB broiler hybrids. In contrast, the LB genotype proved advantageous in terms of converting rations with reduced protein content. For fattening male layer hybrids, this finding offers the opportunity to counteract the animals' low efficiency through ration composition.

**Key words:** male layer hybrids, fattening performance, protein source, alfalfa.

#### Bibliographie

- Bruijn M.R.N., Blok V., Stassen E.N. & Gremmen H.G.J., 2015. Moral «Lock-In» in Responsible Innovation: The Ethical and Social Aspects of Killing Day-Old Chicks and Its Alternatives. *J. Agric. Environ. Ethics* **28** (5), 939–960.
- Damme K. & Ristic M., 2003. Fattening performance, meat yield and economic aspects of meat- and layer type hybrids. *World's Poultry Sci. J.* **59**, 50–53.
- Grethe H., Christen O., Balmann A., Bokelmann W., Bauhus J., Gauly M., Knierim U., Latacz-Lohmann U., Nieberg H., Qaim M., Spiller A., Taube F., Martinez J., Tenhagen B.A. & Weingarten P., 2015. Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. *Gutachten Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft*, Berlin.
- Kaufmann F. & Andersson R., 2014. Experiences in fattening egg-type cockerels in a mobile stable system. *XIVth European Poultry Conference*. Proceedings, p. 429.
- Kaufmann F. & Andersson R., 2015. Hahnenmast – Möglichkeiten und Grenzen. Für einen besseren Umgang mit (männlichen) Nutztieren. *22. Freiland-Tagung/28. IGN-Tagung*. 24.9.2015, Wien.
- Koenig M., Hahn G., Damme K. & Schmutz M., 2012. Utilization of laying-type cockerels as «coquelets»: Influence of genotype and diet characteristics on growth performance and carcass composition. *Arch. Geflügelk.* **76** (3), 197–202.
- Laudadio V., Ceci E., Lastella N.M.B., Introna M. & Tufarelli V., 2014. Low-fiber alfalfa (*Medicago sativa* L.) meal in the laying hen diet: Effects on productive traits and egg quality. *Poultry Sci.* **93**, 1868–1874.
- Leiber F., Gelencsér T., Stamer A., Amsler Z., Wohlfahrt J., Früh B. & Maurer V., 2017. Insect and legume-based protein sources to replace soybean cake in an organic broiler diet: effects on growth performance and physical meat quality. *Renew. Agr. Food Syst.* **32**, 21–27.
- Lichovnikova M., Jandasek J., Juzel M. & Drackova E., 2009. The meat quality of layer males from free range in comparison with fast growing chickens. *Czech. J. Anim. Sci.* **54**, 490–497.