
Soumis le : 31/07/2013

Forme révisée acceptée le : 16/11/2016

Auteur correspondant : ahmed_aichouni@yahoo.fr

Nature & Technology

Effet du calibre et de l'origine de l'œuf sur le taux d'éclosion et la qualité du poussin chair

Aichouni Ahmed^a, Siloum Siham^b, Mekci Sara^b

^a Laboratoire de Bioressource Naturelles Locales, Université de Chlef

^b Institut des Sciences Agronomiques, Université de Chlef

Abstract:

Our work has focused on finding the variation of hatchability and chick quality from (number of eggs) eggs hatched in 03 different sizes and from two strains (widely exploited by the Algerian hatcheries) breeding-broiler. At the end of this study, our results show that:

- The weight of the eggs of the strain (AAA) incubated were significantly higher than the eggs of the strain (ISA15).
- The water losses are higher for eggs with big guns.
- The weight and length of the chicks are the same for both strains, and are high caliber for both.

Keywords: incubation, hatching rate, quality of chicks, egg hatches, Strain Gauge

Résumé

Afin de vérifier l'existence d'une relation entre le calibre de l'œuf et son origine (souche aviaire) d'une part et le taux d'éclosion et la qualité des poussins d'autre part, des œufs d'incubation provenant de deux souches génétiques (souche 1 = 384 œufs et souche 2= 384 œufs) ont été prélevés chez des poules reproductrices chair âgées de 28 semaines d'âge. Ils ont été classés en trois catégories de poids (petits: 45 à 52g, moyens: 53 à 55g et gros: 56 à 69g). Après incubation artificielle, nos résultats montrent essentiellement:

- Un effet très significatif de l'origine de l'œuf et de la taille de l'œuf et la corrélation des deux facteurs sur le poids moyen des œufs à l'incubation, le poids moyen et la perte de poids moyenne des œufs au transfert
- Un effet significatif de l'origine de l'œuf sur le poids du poussin et la longueur du poussin
- Un effet significatif de la taille de l'œuf sur le poids du poussin et la longueur du métatarse.
- Un effet significatif de la corrélation de l'origine et la taille de l'œuf sur le poids du poussin et la longueur du métatarse.

Mots clés: Œuf à couver, calibre, souche, taux d'éclosion, qualité de poussin

1. Introduction

A l'instar de l'aviculture dans le monde, l'Algérie développe cette production animale à la fin des années 60 afin de pallier au déficit en protéines animales que les viandes rouges n'ont pas pu combler. Après la création de l'Office national des aliments de bétail (ONAB) en 1969 et ses trois offices régionaux, l'aviculture est orientée vers une politique de remontée des filières (1980/1989) basée sur la mise en place des élevages de parentaux comme première étape, et de grands parentaux comme deuxième étape de la politique afin de mettre fin aux importations des produits finis. Cette démarche a certes mis fin à l'importation des œufs et de poulet de chair mais, elle a accentué la dépendance pour les facteurs de production:

œufs à couver, poussin chair, aliment et technologie avicole(OFAL, 2000).

Les techniques d'incubation ont relativement peu changé et la sélection pour un rendement supérieur en viande a augmenté la possibilité de produire plus de viande [1]. Les conditions d'incubation affectent non seulement les résultats d'éclosion mais également la qualité des poussins. L'impact économique de cette dernière est bien plus important qu'un simple manque ou excès de poussins. Plusieurs facteurs peuvent influencer sur le taux d'éclosion, dont la taille des œufs, l'âge du troupeau reproducteur et la génétique. L'établissement des caractéristiques d'incubation propres à une souche particulière permet d'optimiser les conditions d'incubation

et d'accroître le taux d'éclosion. Le taux d'éclosion est lié à l'âge du troupeau reproducteur, la génétique, le poids des œufs et la durée d'incubation de ces derniers. Il est généralement inférieur chez les troupeaux plus âgés [2] et diminue également à mesure que la durée d'incubation augmente [3]. Morris et al. [3] ont démontré que les œufs de taille moyenne présentent le meilleur taux d'éclosion, alors que le taux d'éclosion des gros œufs et des petits œufs est moindre.

Les conditions d'entreposage avant l'incubation, le temps passé dans l'éclosoir et la taille des œufs influent sur la qualité des poussins. Les poussins provenant d'œufs plus gros sont de qualité inférieure comparativement à ceux qui proviennent des autres œufs [4]. La qualité des poussins est une caractéristique importante pour l'éleveur de reproducteurs chair qui est rémunéré en fonction du nombre de poussins commercialisables ainsi que pour l'éleveur de poulets qui recherche des poussins de bonne qualité pour obtenir des poulets de taille uniforme, à croissance rapide. Tout comme pour le taux d'éclosion, la qualité des poussins dépend de plusieurs facteurs. Cette étude avait pour objectif de vérifier s'il existe des différences entre les taux d'éclosion et la qualité des poussins, d'œufs, triés en lots de différentes taille et provenant de reproducteurs chair de deux souches génétiques.

2. Matériels et Méthodes

Des ensembles d'œufs d'incubation provenant de deux souches (Souche 1= 384 œufs ; Souche 2= 384 œufs) ont été prélevés chez des poules reproductrices chair âgées de 28 semaines d'âge. Ils ont été classés en trois catégories en fonction de leur poids. Les catégories de poids étaient les suivantes: petits: 45 à 52g, moyens: 53 à 55g et gros: 56 à 69g. Chacun des œufs a été numéroté et pesé (balance électronique) et mis en incubation en respectant la position de la chambre à air vers le haut. Tous les œufs ont été placés dans un seul incubateur BIG JHON

PETRSIM de type tout plein tout vide. Les mêmes conditions de stockage, d'incubation et d'éclosion ont été appliquées pour tous les œufs. Au 18^{ème} jour de l'incubation, les œufs ont été pesés avant leur transfert dans un éclosoir de la même marque.

Au 21^{ème} jour d'incubation, tous les poussins éclos ont été retirés de l'éclosoir et les mesures suivantes ont été effectuées:

- Tous les poussins ont été comptés et pesés. La longueur du métatarse et celle du poussin ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse électronique. La longueur des poussins a été mesurée à partir de la pointe du bec jusqu'à la pointe de la plus longue patte. La longueur du métatarse a été mesurée à partir du métatarse gauche de chaque poussin [5].
- Tous les œufs non éclos ont été comptés et cassés afin de les classer selon les catégories suivantes: mortalité embryonnaire, mortalité au bécage et le taux d'œufs clairs (nécessaire pour le calcul des paramètres de productions). Toutes les données ont été analysées à l'aide du logiciel « STATISTICA ». La probabilité a été estimée à $P < 0.05$.

3. Résultats

L'effet de la souche et de la taille de l'œuf, ainsi que l'interaction des deux facteurs sur le poids moyen des œufs à l'incubation, la perte moyenne du poids des œufs au transfert est hautement significative ($p < 0.005$). D'après les résultats illustrés par le tableau n°01, la perte de poids total (de l'ensemble des œufs) est de 5.28g. Ce paramètre était plus élevés pour les œufs plus gros; venaient ensuite les œufs moyens et finalement, pour les œufs plus petit. Cependant, la perte de poids est élevée pour la souche 2 que la souche 1.

Tableau 1

Poids des œufs à la mise en incubation et au transfert, perte de poids des œufs au transfert pour chaque souche et chaque catégorie de poids des œufs.

	Poids moyen des œufs à l'incubation (g)	Poids moyen des œufs au transfert (g)	Perte moyen du poids (g)
Total	54.11±4.20	48.82±3.87	5.28±1.42
Origine des œufs			
Souche1	53.74±4.47	48.45±4.18	5.28±1.50
Souche2	54.48±3.88	49.18±3.51	5.29±1.32
Taille des œufs			
G	58.63±2.46	52.51±2.43	6.09±1.40
M	54.07±0.89	49.02±1.41	5.04±1.26
P	49.64±2.37	44.92±2.87	4.71±1.20
Origine des œufs *taille des œufs			
Souche1 * G	58.45±2.28	52.21±2.47	6.23±1.45
Souche1 * M	53.98±0.90	49.23±1.50	4.75±1.32
Souche1 * P	48.78±2.66	43.92±2.97	4.86±1.26
Souche2 * G	58.81±2.63	52.81±2.36	5.96±1.35
Souche2 * M	54.15±0.87	48.81±1.29	5.34±1.13
Souche 2* P	50.49±1.66	45.92±2.39	4.57±1.11
Probabilité			
Origine des œufs	0.000000	0.000009	0.000009
Taille des œufs	0.000000	0.000000	0.000000
Origine des œufs *taille des œufs	0.000014	0.000000	0.000000

La figure 01 montre que le taux d'éclosion est meilleur chez les œufs de la souche 2 que chez la souche 1 (79.94 vs 76.82%). Les œufs de petit calibre présentent le taux d'éclosion le plus faible: 73,04% contre 81, 05% en moyenne pour œufs de calibre G et M et ce quelque soit la souche avec toutefois un taux plus faible chez la souche 1.

Le taux de mortalité embryonnaire comptabilise les œufs ayant des embryons morts in ovo et ne présentant

aucune trace de bêche. Il est, cependant, élevé pour la souche 2 par rapport à la souche 1 (mettre les valeurs et l'analyse stat). En ce qui concerne la relation entre le calibre de l'œuf et la mortalité embryonnaire, le taux est plus faible pour les gros œufs et plus élevé pour les petits œufs. L'effet du calibre des œufs sur le TME est différent selon les souches: le petit calibre de la souche 1 présente un taux de mortalité le plus élevé alors qu'il est nul chez la souche 2.

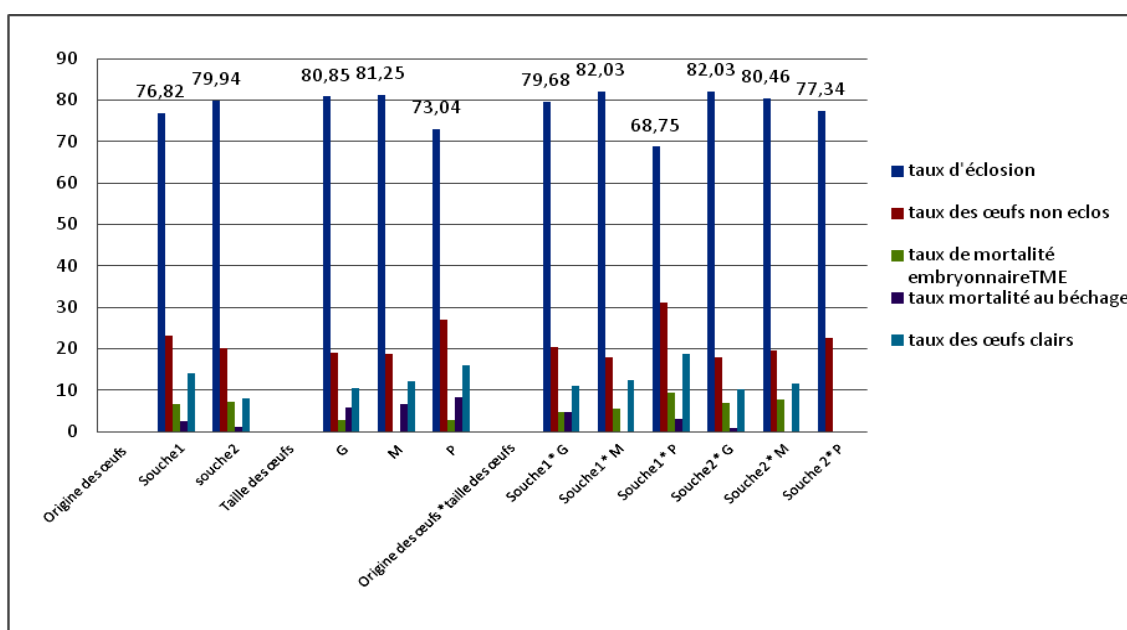


Figure 01: Taux de production pour chaque souche et chaque catégorie de poids des œufs

Est considéré comme des un œuf nos éclos et compté parmi les fœtus morts en phase de bêche, tout œuf non éclos et présentant des traces de bêche (trou au niveau de la coquille). Le taux de mortalité au bêche des deux souches est faible comparativement à celui de la mortalité embryonnaire. Toutefois, la souche 1 présente un taux de mortalité au bêche relativement plus élevé. Par ailleurs, les œufs de moyen calibre présentent un taux de mortalité au bêche nul et ce quel que soit la souche. Les œufs clairs, comprenant les œufs non fécondés sont habituellement éliminés au cours de la phase de triage, dès l'arrivée au niveau du couvoir par la technique de mirage et orientés vers la consommation. Cette technique n'est étant pas utilisée dans le couvoir étudié, les mortalités précoces ont été enregistrées parmi les œufs clairs. Les taux des œufs clairs mesurés sont de 16.0%,

10.5% et 12.1% respectivement pour les œufs de petit, moyen et gros calibre (figure 1).

Concernant la qualité du poussin, les principaux résultats en fonction de la souche et du calibre de l'œuf sont rassemblés dans le tableau 02. Ces résultats montrent essentiellement:

- En fonction de l'origine de l'œuf: Un effet significatif pour le poids de poussin, la longueur du poussin et le rendement en poussin.
- En fonction de la taille de l'œuf: un effet significatif pour le poids du poussin, longueur du métatarse et rendement en poussin.
- En fonction de la corrélation origine et taille de l'œuf: un effet significatif pour le poids du poussin, longueur du métatarse et rendement en poussin.

Tableau 2
Qualité du poussin pour chaque souche et chaque catégorie de poids des œufs

Traitement	Poids des poussins (g)	Longueur des poussins (mm)	Longueur des métatarses (mm)	Pourcentage du métatarse (%)	Rapport entre le poids et la longueur du poussin	Rendement en poussins (%)
Total	38.68±3.36	170.25±10.63	19.69±1.57	12.61±2.08	2.29±0.39	71.15±5.389
Origine des œufs						
Souche1	37.88±3.54	168.43±7.11	21.18±1.67	12.59±1.11	2.25±0.21	70.13±4.35
souche2	39.55±2.94	172.20±13.17	21.44±1.46	12.64±2.77	2.33±0.52	72.25±6.14
Taille des œufs						
G	41.21±2.00	170.8±6.85	21.76±1.32	12.76±0.87	2.41±0.14	70.83±4.31
M	38.23±2.12	169.6±15.37	21.29±1.53	12.82±3.27	2.30±0.61	70.67±3.76
P	36.31±3.80	170.4±7.07	20.80±1.75	12.21±1.03	2.12±0.18	72.08±7.58
Origine des œufs *taille des œufs						
Souche1 * G	41.43±2.13	169.7±6.97	21.67±1.47	12.78±1.02	2.44±0.16	71.70±4.15
Souche1 * M	38.04±1.22	168.1±5.57	22.00±1.07	13.11±1.00	2.26±0.14	70.26±2.49
Souche1 * P	34.17±1.03	167.5±4.94	19.88±1.77	11.89±0.93	2.04±0.11	68.43±5.34
Souche2 * G	41.00±2.08	171.8±3.99	21.85±1.43	12.73±0.70	2.38±0.12	69.95±4.34
Souche2 * M	38.41±1.00	171. ±5.86	20.61±1.34	12.54±4.47	2.33±0.84	71.06±4.67
Souche 2* P	39.16± 2.11	174.4±6.91	22.04±1.33	12.65±1.01	2.24±0.19	76.94±7.46
Probabilité						
Origine des œufs	0.000000	0.004891	0.080225	0.867670	0.151499	0.000118
Taille des œufs	0.000000	0.665882	0.001753	0.212768	0.000110	0.022011
Origine des œufs *taille des œufs	0.000000	0.338511	0.000000	0.147635	0.121421	0.000000

4. Discussion

Les résultats de cette étude corroborent ceux rapportés par de la littérature [6], qui constate que le poids des œufs au moment de la mise en incubation et leur poids au moment du transfert sont plus élevés pour les œufs plus gros et de moins en moins élevés pour les œufs de poids moyen et de faible poids. Ceci est relevé par la majorité des auteurs ayant trait à cette étude. En conditions d'incubation, la source principale d'énergie de l'embryon est constituée par les graisses contenues dans le jaune. Leur métabolisme va entraîner la production

d'eau et de CO₂, qui doivent être évacués à travers les pores de la coquille.

Les pertes de poids au cours de l'incubation sont essentiellement liées aux pertes en eau [7]. Ces dernières se font par évaporation en fonction de cinq paramètres qui sont: la durée de conservation, la température et l'humidité de l'air ambiant, la surface et la porosité de la coquille [8]. La cuticule organique recouvrant la coquille forme, au niveau des pores, des plaques parcourues de fissures qui s'élargissent au cours du vieillissement de

l'œuf et permettent les échanges gazeux entre celui-ci et l'air ambiant [5].

Au départ, l'évaporation se fait à partir des membranes coquillères. Elle est par la suite remplacée par une évaporation active à partir de l'albumen. Alors qu'il a été suggéré que ces pertes en eau pouvaient avoir un effet négatif sur la viscosité de l'albumen. Les pertes de poids au cours de l'incubation ne dépendent que de la conductance des coquilles et de l'humidité ambiante. Aucun autre facteur n'intervient.

Puisque la conductance des coquilles varie fortement d'un œuf à l'autre, il ne peut y avoir une perte optimale, mais plutôt une marge optimale. Cette perte est entre 6.5 et 14.0%[9]. Rahnetal.[10]avaient indiqué qu'au cours de l'incubation, les pertes en eau d'un œuf étaient normalement de 18%. [11], mentionne que pour la plupart des espèces de volailles, il est démontré qu'une perte totale d'eau d'environ 20% par rapport à la masse initiale, permet d'avoir une concentration d'eau très similaire entre le poussin et l'œuf. Le même auteur a montré qu'au cours de toute la période d'incubation, 28.6 g d'eau «disparaissaient» de l'albumen et 7.2 g du jaune. Inversement, 24.7 g « apparaissaient » au niveau des tissus de l'embryon, et 2.5 g au niveau du jaune résiduel. Le bilan est donc de -8.6 g. Cela confirme les résultats (8.54 g au cours des 18 premiers jours d'incubation, de 10.31 g à 21 jours d'incubation) enregistrées par Sauveur [8]. Ces valeurs sont proches de celles décrites par Meijerhof [12] qui indique que la production d'eau métabolique représente de 12 à 14% de la masse initiale de l'œuf et qu'au moins 9 à 10% de cette eau doit être éliminée de façon à favoriser la formation d'une chambre à air d'un volume suffisant pour pouvoir enclencher la respiration pulmonaire. Molenaar *et al* [9], ont observé que les poussins pouvaient éclore lorsque les pertes en eau cumulées, au moment du bêchage interne, variaient entre 6.5 et 12.0%. Tona *et al* [7] ont obtenu les meilleurs résultats d'éclosion lorsque les pertes en eau cumulées, à 18 jours d'incubation, étaient comprises entre 10.9 et 11.1%. Ils ont observé que des pertes plus élevées entraînaient moins de problèmes d'éclosion que des pertes plus faibles. Ils ont également trouvé des relations directes entre l'âge du troupeau, le poids de l'œuf et les pertes en eau. Quand les pertes en eau, avant le bêchage, sont inférieures à 6.5%, la taille de la chambre à air qui en résulte n'est pas suffisante pour enclencher la respiration pulmonaire. Inversement, quand les pertes dépassent les 14.0% [9] et 17-18% [12], les risques de déshydratation augmentent.

En matière de production, les résultats de l'expérimentation sont similaires à ceux rapportés par certains auteurs tels que Lissot [13] qui montre que les œufs trop petits et les œufs trop gros éclosent moins bien que les œufs de poids moyen. Des facteurs physicochimiques qui peuvent influencer l'éclosabilité tels que la taille du vitellus, ainsi les œufs ayant un jaune important présentent un taux d'éclosion meilleur [14]. L'embryon utilise, lors de son développement, des constitutions de plus en plus complexes dès que l'équipement enzymatique nécessaire aux réactions de dégradation et de remaniement et lui-même mis en place dans des organes ou des tissus spécialisés. Certaines protéines de l'albumen sont utilisées à des fins spécifiques. Il existe une relation entre la taille de l'œuf et son éclosabilité, lorsque la taille des œufs augmentent le rapport entre sa surface et son volume diminue, ce qui rend moins efficace les échanges de gaz et de chaleur. L'apport alimentaire d'énergie envisagé dans les conditions d'un rationnement journalier améliore la fertilité et l'éclosabilité. L'apport alimentaire des acides aminés est un des principaux facteurs qui modifie les performances de reproduction du nombre du poussin éclos par poule. Les acides aminés agissent d'une part sur la taille de l'œuf et ses composants, et d'autre part sur sa composition macromoléculaire et en oligo-éléments [14]. Ces derniers montrent que la modification de proportion a pour conséquence une diminution de la taille des embryons en fins développement. On a vu que le développement embryonnaire dépendait quasi exclusivement de la température et que l'homogénéité de cette dernière influait grandement sur celle de l'éclosion. Cependant, un autre facteur vient s'ajouter: le potentiel de croissance de la souche et le calibre de l'œuf. Les souches à croissance rapide produisent davantage de chaleur métabolique. Non seulement elles ont tendance à éclore plus tôt mais elles sont, en outre, plus sensibles à des températures élevées. Inversement, les souches à croissance lente produisent moins de chaleur métabolique, ont tendance à éclore plus tard et sont moins sensibles à des températures élevées. Nos constatations concordent avec les fiche technique de la souche 1et la souche2.

Le taux de mortalité au bêchage est dû à l'action mécanique du bêchage qui demande de grands efforts et d'énergie de la part du poussin, en plus les conditions liées au teneur en gaz carbonique (CO₂) et oxygène (O₂) de l'air de l'éclosion et probablement de la rigidité de la coquille [8]. Les mortalités au bêchage peuvent être

attribuées à un sur chauffage de l'éclosion faute de mauvaise humidité, et à une aération défectueuse qui peut asphyxier et entraîne la mort de l'embryon [15].

Dans une étude à grande échelle, Hill [17] a observé que la longueur du poussin, mesurée ici de la tête à la croupe, augmente avec l'âge du troupeau et semble plus importante en chargement unique. De plus, elle en fonction de la position de l'œuf dans la machine. Ce même auteur a par ailleurs démontré que les poussins issus de vieux troupeaux étaient souvent moins longs que ceux issus de troupeaux d'âge moyen. Aussi, les mortalités en élevage étaient plus importantes lorsque les poussins provenaient de couvoir produisant souvent des poussins plus courts, et a conclu que finalement la longueur du poussin était un bon outil de prédiction des performances futures. La mesure de la longueur du poussin de la tête à la croupe, est un indicateur plus sensible de la qualité des poussins mais peu répétable [5]. A cet effet, l'auteur a proposé un autre critère, plus objectif, celui de la longueur du poussin de la pointe du bec au doigt du milieu. Chez les poussins issus d'œuf de petit calibre, la longueur variera le plus souvent entre 18,5 et 19,5 cm. Entre 19,0 et 20,0 cm pour les poussins issus d'œuf de moyen calibre et entre 19,5 et 20,5 cm chez ceux issus d'œuf de gros calibre. Il est important de noter que la croissance du poussin continue après l'éclosion et que, pour pouvoir comparer les informations, il est nécessaire d'effectuer les mesures toujours au même moment.

La grille de Tonan'a pas révélé de profils évidents, mais cela est peut-être dû au nombre peu élevé de poussins utilisés pour établir le pointage dans le cadre de ce projet ou au fait que la grille intègre un certain nombre de mesures relatives à la qualité, ce qui risque de masquer les caractéristiques individuelles. Avec le vieillissement du troupeau les œufs deviennent plus gros et les poussins issus d'œufs plus gros ont tendance à être plus lourds [18]. Les poussins plus lourds ont aussi tendance à être plus longs tout comme leurs métatarses [19]. Evaluer le processus d'incubation uniquement par les taux d'éclosion revient à sous-estimer l'importance du couvoir dans la chaîne complète de production. Les conditions d'incubation affectent non seulement les résultats d'éclosion mais également la qualité des poussins. L'impact économique de cette dernière est bien plus important qu'un simple manque ou excès de poussins. Puisque les gros œufs ont plus de mal à évacuer la chaleur produite, une détérioration de la qualité des poussins et une augmentation du jaune résiduel au fur et à mesure que le troupeau vieillit, sont souvent constatés. En ce sens,

lorsque la température de coquille était maintenue constante, les embryons issus de petits ou gros œufs étaient aussi efficaces les uns que les autres à transférer les nutriments du jaune vers leurs corps [20].

5. Conclusion

La présente étude démontre que chaque souche peut avoir son propre profil en termes de production de poussins. D'autres recherches devraient être entreprises afin de pouvoir déterminer les conditions d'incubation qui conviennent le mieux à chaque souche en vue d'optimiser le taux d'éclosion et la qualité des poussins. Le taux d'éclosion et la qualité du poussin d'un jour sont des paramètres très importants dans l'évaluation des performances du cheptel parental. Ce sont également des indices pour une production économique du poussin d'un jour.

Références

- [1] Hulet M. (2011). "Lower prevalence of antibiotic-resistant Enterococci on U.S. Conventional poultry farms that transitioned to organic practices". *Environ Health Perspect*. 119(11): 1622–1628
- [2] Lapao C, Gama L.T. et Chaviero S. (1999). "Effect of broiler breeder age and length of egg storage on albumen characteristics and hatchability". *Poultry Science*. 78, 640-645.
- [3] Morris, T. R. 1967a. "The effect of light intensity on growing and laying pullets". *World's Poul. Sci.* 23:246.
- [4] Kanderka A. D. Lawrence J. J. Gehring A. D. Fasenko G. M. and Robinson F. E. 2004 "The impact of egg weight on hatchability, chick weight, chick length, and chick weight to length ratios". 93rd Annual Poultry Science Association Meeting in St. Louis, MO
- [5] Tona K., Bamelis F., De Ketelaere B., Bruggeman V., Moraes V.M., Buyse J., Onagbesan O.M., Decuyper E., 2003. "Effect of egg storage time on spread of hatch, chick quality and chick juvenile growth". *Poultry science*, 82: 736-741.
- [6] Shanawany (1984). "Odtrigh production system". FAO Animal production and health. 144.
- [7] Tona K., Onagbesan O.M., Jegu Y., Kamers B., Decuyper E., and Bruggeman V., 2004. "Comparison of embryo physiological parameters during incubation, chick quality, and growth performance of three lines of broiler breeders differing in genetic composition and growth rate". *Poultry Science*, 83:507-513.
- [8] Sauveur B., 1988. « Reproduction des volailles et production d'œufs ». INRA éditions, Paris, 472 p.
- [9] Molenaar R., Reurink L. Meijerof R. et Van den Brand H. (2010). "Meeting embryonic requirements of broiler throughout incubation: A review." *Brazilian Journal of Poultry Sciences*, 12, 3: 137-148
- [10] Rahn, H., and Ar, A., 1974. "The avian egg: Incubation time and water loss". *Condor*, 76:147-152.
- [11] Baumann, R., S. Padeken, E. Haller, and T. Brilmayer. 1983. "Effects of hypoxia on oxygen affinity, hemoglobin pattern, and blood volume of early chicken embryos". *Am. J. Physiol.* 244:R733-R741.
- [12] Meijerhof R. (2009). "The influence of incubation on chick quality and broiler performance". *Australian Poultry Science Symposium*, 20, 167-170.

- [13] Lissot G. (1987). « Poules et œufs », 2^{ème} édition Flammarion. P 211-225.
- [14] Larbier M. et Leclerc B. (1992). Nutrition et alimentation des volailles. Ed. Paris: INRA.355:
- [15] Azeroul M. (2011). « Incubation et couvaision. Aviculture au Maroc », P26
- [16] Piestun Y., O.Halevy and S. Yahav. 2009a. "Termal manipulations of broiler embryos - The effect on thermoregulation and development during embryogenesis". Poul. Sci. 88:2677-2688.
- [17] Hill (2001 "Characterization of Intestinal Microbiota and Response to Dietary Virginiamycin Supplementation in the Broiler Chicken". Appl.Environ. Microbiol. 72(4): 2815–2823.
- [18] Yannakopoulos AL, Tserveni-Gousi AS. 1987 "Effect of breeder quail age and egg weight on chick weigh"t,Poult SciSep66(9):1558-60.
- [19] Wilson, H.R. (1991): "Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability". World's Poul. Sci. J. 47: 5-20.
- [20] Lourens A. Van den brand H. et Kemp B.(2006). « Effect of egg shell temperature during incubation on embryo development, hatchability and post hatch development". Poultry Science, 84, 914-920.