

Aberasi Kromosom dan Penurunan Daya Tetas Telur pada Dua Populasi Ayam Petelur

Saefudin

Jurusan Pendidikan Biologi UPI
Jl. DR. Setiabudhi 229 Bandung
E-mail : adenimi2000@hotmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang aberasi kromosom dan penurunan daya tetas telur pada dua populasi ayam petelur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat frekuensi aberasi kromosom dan untuk mengetahui pengaruh umur dan berat telur terhadap aberasi kromosom pada dua populasi galur murni ayam petelur (Galur A dan D). Dua populasi ini mengalami permasalahan dengan relatif rendahnya laju daya tetas telur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi aberasi kromosom pada galur A dan D berturut-turut 9,3% dan 12,9%, suatu frekuensi yang relatif tinggi bagi ayam petelur yang dapat menurunkan daya tetas telur. Keterkaitan antara periode bertelur (umur ayam) dengan aberasi kromosom tidak nampak jelas, tetapi terdapat kecenderungan menurunnya aberasi kromosom sejalan dengan peningkatan berat telur.

1. Pendahuluan

Pembibitan dalam industri unggas merupakan bagian yang penting guna menjaga kelangsungan industri tersebut. Untuk yang satu ini tentunya telah dipersiapkan segala sesuatunya dengan sebaik-baiknya. Idealnya setiap telur yang dibuahi akan menghasilkan turunan yang baik. Tetapi pada kenyataannya hal tersebut tidaklah bisa terrealisasikan dengan baik.

Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam penetasan telur. Transport, temperatur dan kelembaban inkubator, kondisi telur serta faktor genetik merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan penetasan tersebut. Secara rinci faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam penetasan telur tersebut telah dilaporkan oleh Christensen (2001) dan Hocking & Bernard (2000).

Penurunan daya tetas dapat disebabkan oleh tingginya kematian embrio dini. Kematian embrio tidak terjadi secara merata selama masa pengeraman telur. Sekitar 65% kematian embrio terjadi pada dua fase masa pengeraman: pada fase awal, puncaknya terjadi pada hari keempat; fase akhir, puncaknya terjadi pada hari ke-19 (Jassim et al., 1996). Lebih jauh Christensen (2001) melaporkan bahwa kematian embrio dini meningkat antara hari kedua dan keempat masa pengeraman.

THORNE et al., (1991) menunjukkan bahwa aberasi kromosom merupakan salah satu faktor penyebab tingginya kematian embrio dan rendahnya laju penetasan. Sebagai penyebab terjadinya aberasi kromosom diketahui karena terjadinya kesalahan dalam meiosis, saat terjadinya pembuahan atau pada awal pembelahan sel setelah terjadinya pembuahan. Embrio-embrio yang terkena aberasi kromosom kebanyakan mati pada saat perkembangan awal sampai hari ke-7 masa pengeraman. Pada ayam dilaporkan oleh beberapa peneliti, bahwa kontribusi aberasi kromosom terhadap kematian embrio tercatat 10,8% (Bloom, S.E. 1972), 25% (Lodge et al., 1974) dan 50% (Zalay & Hidas, 1989).

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat frekuensi aberasi kromosom dan untuk mengetahui pengaruh umur dan berat telur terhadap aberasi kromosom pada dua populasi galur murni ayam petelur (Galur A dan D). Dua populasi ini mengalami permasalahan dengan relatif rendahnya laju daya tetas telur.

2. Bahan dan Metode

Untuk analisis sitogenetik telah digunakan 2 galur murni ayam petelur (Galur A dan D). Pada Tabel 1 ditunjukkan karakteristik kedua galur tersebut. Untuk setiap galur telah dipilih masing-masing 20 ayam betina sebagai sampel. Untuk setiap betina diharapkan dianalisis 5 sampai dengan 6 embrio.

Tabel 1. Karakteristik dari Galur yang diteliti, rata-rata (\bar{x}) dan Standar deviasi (SD) untuk performance galur A und D.

Karakteristik	Galur A		Galur D	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Jumlah telur dari umur 20-60 Minggu	239,1	16,4	247,3	13,6
Berat tubuh (g)	2030	171	1910	162
Berat telur (g)	59,6	3,4	57,7	3,3
Massa telur (g/hari)	51,2	4,1	51,2	3,7
Efisiensi pakan (kg) / kg massa telur	1,97	0,8	1,86	0,7
Laju tetasan	59,1% *	-	66,2% *	-

* : Laju tetasan berdasarkan jumlah telur yang dieramkan.

Telur dikumpulkan setiap hari, disimpan untuk maksimum 7 hari dan dieramkan dalam inkubator selama 72 jam dalam kondisi standard. Pengambilan sampel dilakukan dalam 3 periode. Pengambilan sampel telur berasal dari ayam muda (20-24 minggu), ayam dewasa (26-28 minggu) dan ayam tua (61-64 minggu). Telur-telur dibuahi dengan inseminasi buatan. Sedangkan berat telur diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok (S-kecil, M-sedang dan L-besar) berdasarkan pada rata-rata (\bar{x}) dan simpangan baku (SD), untuk kedua populasi diperoleh kelompok telur sebagai berikut :

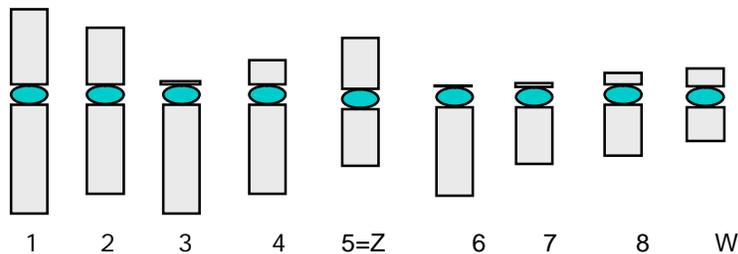
S ($< \bar{x} - SD$ g) = $< 52,0$ g untuk galur A and $< 50,5$ g untuk galur D,

M ($\bar{x} \pm SD$ g) = $52,0-67,6$ g in the line A and $50,5 - 62,5$ g untuk galur D dan

L ($> \bar{x} + SD$ g) = $> 67,6$ g untuk galur A and $> 62,5$ g untuk galur D.

Pembuatan preparat dilakukan dengan menggunakan keseluruhan embrio setelah dieramkan selama sekitar 3 hari (72 jam) mengacu pada VAGT & SAAR (1986) dan VAGT (1987) kemudian diwarnai dengan pewarna Giemsa. Metoda ini sangat sesuai terutama untuk mengukur kelainan jumlah kromosom dan akibatnya terhadap kematian embrio dan juga untuk mengukur data reproduksi seperti tingkat pembuahan, tingkat kematian awal, dan juga perbandingan jenis kelamin primer selama masa awal pengeraman. Dalam mengevaluasi didasarkan pada makrokromosom sampai pasangan nomor 8 termasuk didalamnya kromosom kelamin (Gambar 1).

Evaluasi preparat dilakukan dengan pembesaran 1000 kali, setiap embrio dievaluasi berdasarkan 20 metafase. Dikatakan terdapat aberasi kromosom, jika kelainan euploidi (misalnya haploid , triploid atau tetraploid) paling sedikit satu kali ditemukan dan aneuploidi (misalnya monosomi, trisomi atau tetrasomi) paling sedikit ditemukan 3 kali untuk setiap embrio.



Gambar 1. Idiogram dari Makrokromosom termasuk kromosom kelamin yang digunakan sebagai dasar evaluasi.

Untuk membandingkan frekuensi aberasi kromosom antar galur, umur dan berat telur dilakukan uji Chi-Kuadrat dan uji Fischer Exact. Untuk seluruh pegujian digunakan $\alpha = 5\%$. Analisis dilakukan dengan menggunakan program SAS 6.12.

3. Hasil

3.1. Hubungan antara umur dan frekuensi aberasi kromosom

Analisis kromosom berhasil dilakukan pada 757 embrio dari total 796 preparat yang telah di buat. Pada galur A dan D, aberasi kromosom ditemukan sebesar 9,3% dan 12,9%. Perbedaan frekuensi antara galur tersebut secara statistik tidak signifikan.

Pengaruh umur terhadap frekuensi aberasi kromosom ditunjukkan pada Tabel 2. Frekuensi aberasi dari keseluruhan umur ayam bervariasi antara 8% sampai 14%. Galur D tampak memiliki frekuensi aberasi kromosom dari seluruh umur ayam lebih tinggi dari Galur A. Perbedaan frekuensi antar Galur dan umur secara statistik tidak nyata.

Tabel 2. Perbandingan aberasi kromosom antara galur A dan D

Galur	Periode bertelur (umur ayam)			Total
	Muda 20-24 Minggu	Dewasa 26-28 Minggu	Tua 61-65 Minggu	
A	9,4% (n=128)	8,0% (n=112)	10,2% (n=137)	9,3% (n=377)
D	13,0% (n=115)	14,0% (n=107)	12,0% (n=158)	12,9% (n=380)

Perbedaan tidak signifikan antara frekuensi dengan huruf yang sama ($P > 0.05$)

3.2. Hubungan antara umur ayam dan tipe-tipe aberasi kromosom

Distribusi dari tipe-tipe aberasi kromosom diantara umur ayam ditampilkan pada Tabel 3. Keseluruhan aberasi kromosom pada kedua galur tersebut adalah berkaitan dengan jumlah kromosom (Genom mutation). Tipe aberasi euploid mosaik pada kedua galur dan umur merupakan jenis aberasi yang sering muncul, dengan kekecualian tipe aberasi haploid pada galur A dikarenakan adanya salah satu individu yang relatif sering menghasilkan embrio haploid. Perbedaan diantara frekuensi dari tipe-tipe aberasi secara statistik signifikan hanya untuk tipe euploid antara ayam dewasa dan tua pada galur A.

Tabel 3. Frekuensi tipe-tipe aberasi kromosom berkaitan dengan umur ayam dari galur A dan D

Tipe aberasi	Galur A			Galur D		
	Muda	Dewasa	Tua	Muda	Dewasa	Tua
Euploid	3(25.0%); [2.3%]	1(11.1%); [0.9%] ^(*)	8(57.14%); [5.8%] ^(*)	3(20.0%); [2.6%]	-	3(15.8%); [1.9%]
Haploid	1(8.3%); [0.8%]	1(11.1%); [0.9%]	7(50.0%); [5.1%]	1(6.7%); [0.9%]	-	3(15.79%); [1.9%]
Triploid	2(16.7%); [1.6%]	-	1(7.1%); [0.7%]	2(13.3%); [1.7%]	-	-
Euploid mosaik	6(50.0%); [4.7%]	7(77.8%); [6.3%]	3(21.4%); [2.2%]	11(73.3%); [9.6%]	10(66.7%); [9.4%]	12(63.2%); [7.6%]
Haploid mosaik	5(41.7%); [3.9%]	7(77.8%); [6.3%]	3(21.4%); [2.2%]	9(60.0%); [7.8%]	10(66.7%); [9.4%]	8(42.1%); [5.1%]
Triploid mosaik	-	-	-	1(6.7%); [0.9%]	-	4(21.1%); [2.5%]
Tetraploid mosaik	1(8.3%); [0.8%]	-	-	1(6.7%); [0.9%]	-	-
Aneuploid mosaik	2(16.7%); [1.6%]	1(11.1%); [0.5%]	3(21.4%); [2.2%]	-	4(26.7%); [3.7%]	4(21.1%); [2.5%]
Trisomi mosaik	1(8.3%); [0.8%]	-	-	-	-	-
Monosomi mosaik	1(8.3%); [0.8%]	1(11.1%); [0.9%]	3(21.4%); [2.2%]	-	4(26.7%); [3.7%]	4(21.1%); [2.5%]
Bentuk campuran	1(8.33%); [0.78%]	-	-	1(6.7%); [0.9%]	1(6.7%); [0.9%]	-
Monosomic haploid mosaik	1(8.3%); [0.8%]	-	-	1(6.7%); [0.9%]	-	-
Double monosomi haploid mosaik	-	-	-	-	1(6.7%); [0.9%]	-

(): dari total aberasi (*): perbedaan signifikan diantara frekuensi
[]: dari embrio yang berhasil dianalisis

3.3. Hubungan antara tipe-tipe aberasi kromosom dengan embrio abnormal (terganggu perkembangannya)

Terganggunya perkembangan embrio pada fase awal perkembangan embrio dalam telur biasanya akan berlanjut dan pada akhirnya akan menyebabkan kematian embrio ataupun kalau dapat menetas untuk dapat lulus hidup sampai dewasa relatif kecil. Pada Tabel 4 tampak keterkaitan antara tipe-tipe aberasi kromosom dengan embrio abnormal. Untuk tipe-tipe aberasi haploid, trisomi mosaik dan campuran (monosomi haploid mosaik, double monosomi haploid mosaik) menunjukkan embrio yang bersangkutan mengalami gangguan dalam perkembangannya. Sedangkan tipe aberasi triploid, monosomie mosaik, tetraploid mosaik tidak ditemukan adanya embrio abnormal.

Tabel 4. Hubungan antara tipe-tipe aberasi dengan embrio abnormal

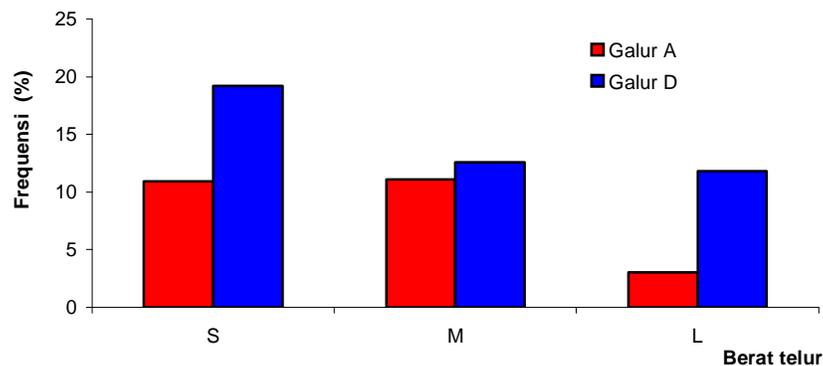
Tipe-tipe aberasi	Galur A	Galur D
Haploid	100% (9/9)	100% (4/4)
Triploid	-	-
Haploid-Mosaik	40% (6/15)	30% (8/27)
Triploid-Mosaik	-	20% (1/5)
Tetraploid-Mosaik	-	-
Monosmie -Mosaik	-	-
Trisomi-Mosaik	100% (1/1)	-
Campuran	100% (1/1)	100% (2/2)

-: tidak teramati

(n/n): jumlah embrio aberasi/jumlah embrio abnormal

3.4 Hubungan antara berat telur dan frekuensi aberasi kromosom

Pada galur A aberasi kromosom ditemukan 10,9% (S), 11,1%(M) dan 2% (L). Sedangkan pada Galur D, aberasi kromosom tercatat untuk kelas telur kecil (S) 19,2%, sedang (M) 12,5% dan besar (L) 11,8%. Pada kedua galur terdapat suatu kecenderungan bahwa aberasi kromosom menurun dari kelas telur kecil (S) ke kelas telur besar (L) (Gambar 2).



Gambar 2. Frekuensi aberasi kromosom dari setiap kelompok telur

4. Pembahasan

Aberasi kromosom ditemukan bervariasi tergantung dari galur dan tipe ayamnya. Frekuensi aberasi kromosom dilaporkan berkisar antara 0,4% sampai 12,7% dengan nilai tertinggi pada galur ayam pedaging yang diseleksi untuk tumbuh dengan cepat (Bitgood & Shoffner, 1990). Dalam penelitian ini frekuensi aberasi kromosom pada galur A dan D berturut-turut adalah 9,3% dan 12,9%. Frekuensi ini tampak jelas cukup tinggi dibandingkan dengan 0,4-4% yang ditemukan oleh beberapa

penulis pada ayam petelur (Duber et al., 1973; Bloom, 1974; Jaap & Fehheimer, 1978; Thorne et al., 1991). Frekuensi aberasi kromosom pada dua galur dalam penelitian ini terletak pada kisaran nilai aberasi kromosom pada ayam pedaging/boiler (Duber et al., 1973; Reddy & Siegel, 1977).

Studi secara sistematis tentang pengaruh umur ayam terhadap aberasi kromosom sangat jarang. Tetapi beberapa peneliti telah melaporkan bahwa aberasi kromosom relatif tinggi pada ayam-ayam muda /awal masa bertelur (Mong et al., 1974; Duber et al., 1973; Jaap & Fehheimer, 1978). Pada bebek telah dilaporkan bahwa pada masa awal bertelur menunjukkan frekuensi aberasi kromosom (11,27%) lebih tinggi dibandingkan pada pertengahan dan akhir masa bertelur (4,20%) (Vagt & Saar, 1986; Vagt, 1987).

Dalam beberapa laporan, hipotesis yang berbeda telah didiskusikan tentang pengaruh masa bertelur terhadap aberasi kromosom, secara spesifik pada masa awal bertelur aberasi kromosom relatif sering muncul. Pada ayam boiler kasus tingginya aberasi kromosom dijelaskan berkaitan dengan belum stabilnya produksi hormon (Jaap & Fehheimer, 1974; Fehheimer, 1981) pada awal masa bertelur (ayam-ayam muda).

Pada Tabel 2 tampak bahwa frekuensi aberasi kromosom pada dua galur tersebut relatif konstan, hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh beberapa individu ayam yang relatif sering menghasilkan embrio-embrio dengan aberasi kromosom terutama pada ayam dewasa dan tua. Pada ayam-ayam dewasa dan tua tersebut, dua ayam pada galur A dan lima ayam pada galur D memiliki lebih dari 20% embrio dengan aberasi kromosom. Disamping itu juga, hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah ayam dengan embrio aberasi juga meningkat pada akhir masa bertelur (ayam tua).

Pada Tabel 3 tampak bahwa pada kedua galur euploid mosaik merupakan tipe aberasi yang frekuensinya cukup tinggi, hal serupa juga telah dilaporkan oleh beberapa peneliti (Bloom, 1974, 1981; Szalay et al., 1989, Thorne et al., 1991; Hailu et al., 1998). Tetapi pada galur A untuk ayam tua tipe haploid merupakan tipe aberasi yang relatif dominan muncul. Snyder et al. (1975) juga melaporkan bahwa haploid tidaklah berdistribusi secara acak berasal dari setiap induk.

Berbagai tipe aberasi mungkin muncul sebagai akibat gangguan pada spermatogenesis, oogenesis, fertilisasi, atau awal pembelahan sel setelah terjadinya pembuahan (Bloom, 1970; Snyder et al., 1975). Masalah-masalah tersebut dapat terjadi sebagai akibat gangguan genetik (Thorne et al., 1997) dan keadaan hormon yang belum stabil (Jaap & Fehheimer, 1974). Tipe haploid biasanya berasal dari androgenetik, tetapi pada haploid mosaik, sel-sel haploid berasal dari satu atau lebih sperma yang berhasil masuk ke dalam sel telur dan mampu memperbanyak diri dalam sitoplasma telur dan membentuk balstomer haploid (Fehheimer & Jaap, 1980). Dalam unggas, polisperma umum terjadi karena beberapa sperma mampu untuk melakukan penetrasi ke dalam membran vitelin dari telur dan melakukan pembelahan mitosis, seperti didemonstrasikan oleh Fehheimer & Jaap (1980).

Pada Tabel 4 tampak ada sesuatu yang cukup menarik dengan adanya tipe aberasi tertentu secara keseluruhan berkaitan dengan gangguan perkembangan embrio seperti tipe haploid dan sebagian (30-40%) haploid mosaik. Sedangkan sebaliknya tipe triploid, tetraploid mosaik dan monosomi mosaik tidak ditemukan pada embrio yang terganggu perkembangannya. Thorne et al. (1991) juga melaporkan bahwa haploid dan haploid-euploid-chimera (haploid mosaik) sering ditemukan pada embrio-embrio yang terganggu perkembangannya. Tentang embrio triploid yang mampu hidup sampai menetas dan beberapa bisa hidup mencapai dewasa juga dilaporkan oleh beberapa peneliti, tetapi ayam-ayam tersebut umumnya bermasalah seperti steril dan turunannya sering bermasalah Thorne et al., 1991; Thorne & Sheldon, 1991; Thorne et al., 1997; Bitgood & Shoffner, 1990).

Telur dalam peternakan unggas merupakan salah satu komponen penting dan sering digunakan sebagai komponen dalam seleksi. Seperti pada Gambar 2 tampak bahwa keterkaitan antara berat telur dan aberasi kromosom menunjukkan adanya suatu kecenderungan bahwa pada setiap galur frekuensi aberasi kromosom menurun sejalan dengan meningkatnya berat telur. Walaupun demikian penurunan tersebut tidak signifikan secara statistik. Informasi tentang keterkaitan antara berat telur dan aberasi kromosom pada ayam pada penelitian sebelumnya tidak ditemukan. Pada puyuh dilaporkan oleh Traore (1999) bahwa perbedaan frekuensi aberasi kromosom diantara kelas-kelas telur pada beberapa galur puyuh perbedaannya secara statistik tidak signifikan. Sedangkan Schmidt

(1992) telah mendokumentasikan bahwa telur yang besar dari angsa yang diseleksi untuk pertumbuhan yang cepat sering dipengaruhi oleh aberasi dan sebaliknya pada angsa yang diseleksi untuk reproduksi, telur-telur kecil yang sering terkena aberasi.

Uraian di atas menunjukkan pada kita bahwa frekuensi aberasi pada dua galur tersebut relatif tinggi untuk ayam petelur. Pada sisi lain aberasi kromosom, diperolehnya tambahan dan atau hilangnya satu kromosom dari salah satu pasangan kromosom (aneuploid) atau penyimpangan jumlah kromosom secara keseluruhan pasangan kromosom (haploid, triploid), biasanya berkaitan dengan menurunnya kemampuan untuk berkembang pada embrio. Kebanyakan embrio mati pada hari keempat sampai kelima pada saat dieramkan (Bloom, 1972). Oleh karena itu frekuensi aberasi kromosom pada dua galur ini diperkirakan berperan penting dalam kematian embrio yang menyebabkan menurunnya daya tetas telur. Walaupun demikian dengan memperhatikan Tabel 1, dari prosentase embrio yang terkena aberasi menunjukkan masih ada faktor lain yang menyebabkan menurunnya daya tetas telur. Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa dua populasi ini memiliki kematian embrio dini (sampai hari ketiga dieramkan) yang relatif tinggi (15% galur A dan 16,8% galur D). Kematian embrio dini inipun diduga masih ada kaitannya juga dengan aberasi kromosom. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tipe aberasi kromosom haploid tercatat relatif tinggi. Haploid pada penelitian ini semuanya tipe 1nZ sedangkan tipe 1nW sama sekali tidak ditemukan, hal ini disebabkan tipe 1nW akan segera mati (Bloom, 1970), jadi sampai hari ketiga sangat sulit untuk mendapatkan contoh selnya yang masih baik untuk dibuat preparatnya yang representatif.

5. Kesimpulan

Frekuensi aberasi kromosom pada galur A dan D berturut-turut 9,3% dan 12,9%, suatu frekuensi yang relatif tinggi bagi ayam petelur yang dapat menurunkan daya tetas telur. Keterkaitan antara periode bertelur (umur ayam) dengan aberasi kromosom tidak nampak jelas, tetapi terdapat kecenderungan menurunnya aberasi kromosom sejalan dengan peningkatan berat telur.

6. Daftar Pustaka

- BITGOOD, J.J. and R.N. SHOFFNER (1990): Cytology and cytogenetics. In: Poultry breeding and genetics, 1st ed. (Crawford RD, ed.). Amsterdam, Elsevier Science: 401-427.
- BLOOM, S.E. (1970): haploid chicken embryos; evidence for diploid and triploid cell population. *J. Hered.* 61:147-150.
- BLOOM, S.E. (1972): Chromosome abnormalities in chicken (*Gallus domesticus*) embryos: types, frequencies and phenotypic effects. *Chromosoma (Berl.)* 37: 309-326.
- BLOOM, S.E. (1974): The origins and phenotypic effects of chromosome abnormalities in avian embryos. XV. *Worlds Poultry Congr.* Rivergate New Orleans, Louisiana USA. 316-321.
- CHRISTENSEN, V.L. (2001): Factors associated with early embryonic mortality. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 57: 359-372.
- DUBER, M.M., S.I. MONG, N.S. FECHHEIMER and R.G. JAAP, (1973): Chromosome abnormalities in embryos from divergent lines and their crosses. *Poultry Sci.* 52: 2023-2024.
- FECHHEIMER, N.S. (1981): Origins of heteroploidy in chicken embryos. *Poultry Sci.* 60: 1365-1371.
- FECHHEIMER, N.S. and R.G. JAAP (1978): The parental source of heteroploidy in chick embryos determined with chromosomally marked gametes. *J. Reprod. Fert.* 52: 141-146.
- HOCKING, P.M. and R. BERNARD (2000): Effect of the age of male and female broiler breeders on sexual behaviour, fertility and hatchability of eggs. *British Poultry Sci.* 41: 370-377.
- HAILU, C., H. PINGEL and W. SAAR (1999): Impact of chromosome aberrations on the embryonic mortality of hybrid ducks (*Cairina moschata* x *Anas platyrhynchos*). *Arch. Geflügelk.* 63 (4): 174-181.
- JASSIM, E.W., M. GROSSMAN, W.J. KOOPS and R.A.J. LUYKX (1996): Multiphasic analysis of embryonic mortality in chickens. *Poultry Sci.* 75: 464-471.
- JAAP, R.G. and N.S. FECHHEIMER (1974): Normal and abnormal avian chromosomes. XV. *Worlds Poultry Congr.* Rivergate New Orleans, Louisiana USA, 313-315.

- LODGE, J.R., R.L. AX, and N.S. FECHHEIMER (1974): Chromosome aberrations in embryos from in vivo aged chicken sperm. Poultry Sci. 53: 1816-1819.
- MONG, S.F., M.D. SNYDER, , N.S. FECHHEIMER and R.G. JAAP (1974): The origin of triploidy in chick (*Gallus domesticus*.) embryos. Can. J. Genet. Cytol. 16: 317-322.
- SCHMIDT, S.K. (1992): Untersuchungen zu Typen and Frequenzen numerischer Chromosomenaberrationen and deren Einfluß auf die Entwicklung von Gänseembryonen. Diss. Uni. Leipzig.
- SNYDER, M.D., N.S. FECHHEIMER and R.G. JAAP (1975): Incidence and origin of heteroploidy, especially haploidy, in chick embryos from intraline and interline matings. Cytogenet. Cell Genet. 14: 63-75.
- SZALAY, I. and A. HIDAS (1989): Cytogenetic studies in meat type poultry, new data on the relationship between abortive development and chromosome abnormalities in early chicken (*Gallus domesticus*) embryos. 32.inter. Geflügelvortragstagung, Dezember 1989/Leipzig.
- THORNE, M.H., R.K. COLLINS and B.L. SHELDON (1991): Chromosome analysis of early embryonic mortality in layer and broiler chickens. British Poultry Sci. 32: 705-717.
- THORNE, M.H., F.W. NICHOLAS, C. MORAN and B.L. SHELDON (1997): Genetic analysis of triploidy in a selected line of chickens. J.Hered. 88: 495-498.
- TRAORE, D. (1999): Zum Auftreten chromosomaler Aberrationen and deren mögliche familiäre Häufung in Zusammenhang mit der Selektionsrichtung, Modelluntersuchungen an 2 Tage alten Embryonen der Japanischen Wachtel (*Coturnix coturnix japonica*). Diss. Uni. Halle.
- VAGT, A. (1987): Untersuchungen zum Einfluß ausgewählter präinkubatorischer Faktoren auf die Schlupffähigkeit von Entenbruteiern (*Anas platyrhynchos f dom*). Diss., Univ. Leipzig.
- VAGT, A. and SAAR, W. (1986): Untersuchungen zu Chromosomenaberrationen beim Wassergeflügel. - 4. Leipziger Tierzuchtsymposium, Leipzig, Dez. 1986, S. 46-55