

光照在禽畜生產之應用

東海大學畜產與生物科技學系

楊錫坤

前言

- 地球自轉造成日與夜，公轉造成一年四季；月亮繞著地球轉引起了潮與汐、朔與望。
- 為了適應環境的變遷，生物體的生理也會呈現變化。有規則的變化就稱之為生物學節律 (biological rhythm)。
- 一年性節律 (季節性) 現象中最重要的是：生殖、體重與體組成、採食量、免疫能力、換毛。
- 一日節律中最重要的是：醒睡、活動、採食、代謝、體溫、心跳、運動能力。
- 生物為事先準備因應環境的變化，乃演化出許多內在時鐘，再由外在環境的變化訊號予以校正成準確的節律周期。
- 在畜牧生產中，最被重視的生產性狀有：生殖能力、飼料效率 (即增重/飼料消耗量)、畜產品性質 (如肥瘦、風味、健康考量等因素) 與抗病能力。
- 有的動物整年可以生殖，如牛、豬；有的只在特定時間才有生殖能力。
- 季節性生殖者分為：在春夏配種者，如馬、大部分鳥類；在秋冬配種者，如山羊、綿羊、鹿、鵝。

前言

- 光照 (與環境溫度) 是很重要的環境因子：可以作為一年節律與一日節律的外在時鐘，將不太準確的內在時鐘校正為準確之一年或一日節律。
- 光照對動物生理之影響是調節生物節律的相角 (phase)，而不是控制發生與否。
- 迄今對於光照的研究較注重在光照的時間長度，而波長與強度的研究較少見，禽畜一日節律的瞭解與應用也不多。
- 總結言之，長光照期促進長日生殖者之性腺功能，而抑制短日生殖者之性腺功能，短光照期則反之；長光照期促進蛋白質堆積，而短光照期促進脂肪堆積；短光照期促進免疫能力。
- 不管是刺激性或抑制性光照，久了以後動物就會失去該有的反應，此稱為乏興奮。
- 光照期被動物解讀為長或短，並非絕對，而是相對概念。
- 日與夜也非絕對，而是光照強度的相對比。
- 因此，光照對動物生理的影響並不單純，也有點抽象。
- 光照處理是一無污染、無殘留、無安全顧慮的技術。

已普遍使用之光照處理

蛋雞

- 長光照促進性腺功能，短光照抑制性腺功能。
- 光照應用原則：育成期短光照或光照漸減，產蛋期維持於長光照。
- 華盛頓州立大學光照計畫：孵化至 12-14 週齡光照維持於 14L，此後至 20 週齡光照維持於 9L，20 週齡後光照增加至 14L。(育成期需無窗雞舍)
- Auburn 大學光照計畫：孵化至 20 週齡光照維持於 6-8L，20 週齡後每週增加光照時間 18 分鐘，直到 16L，然後維持之。(育成期需無窗雞舍)
- 逐步下降逐步上升光照：在 22 週齡前光照逐步下降，22 週齡後逐步上升直到 14-16L，然後維持之。(育成期無需無窗雞舍)

蛋雞

- 康乃爾光照計畫：育成期維持於 8L:16D，然後轉變成 2L:4D:8L:10D (效果相當於 14L:10D；此稱為骨幹光照)
- 強制換羽期間之光照：
 - 無窗雞舍：斷食前7日光照減為 8L，直至預估 50%產蛋之2週前 (約斷食後一個月) 增加為 10L，然後每週增加 30 分鐘，直至 14L。
 - 開放式雞舍：斷食前 3 日光照增加為 24L，開始斷食後改成自然光照，直至預估50%產蛋 2週前每週增加0.5-1.0 小時光照，直至 16-17L。
- 刺激雞性腺白光有效，橘到紅光 (664-740 nm) 最有效，較短 (如藍與綠) 之波長無效。
- 推薦照度：0.5-0.9 foot candle (5.4-9.7 lux)，或 10-20 lux。

Table Lighting program for the leghorn

<i>Age</i>	<i>Amount of Light (hr/day)</i>	<i>Age</i>	<i>Amount of Light (hr/day)</i>
0 to 3 Days	22	15 - 17 Wk	12.5
3 days to 1 Wk	20	18 Wk	13.50
1 to 2 Wk	18	19 Wk	14.5
2 to 3 Wk	16	20 Wk	15
3 to 8 Wk	14.5	21 Wk	15.5
9 Wk	14	22 Wk	15.75
10 Wk	13.75	23 Wk	16
11 Wk	13.50	24 Wk	16.25
12 Wk	13.25	25 Wk	16.5
13 Wk	13.0	throughout	
14 Wk	12.75	production	
		cycle	

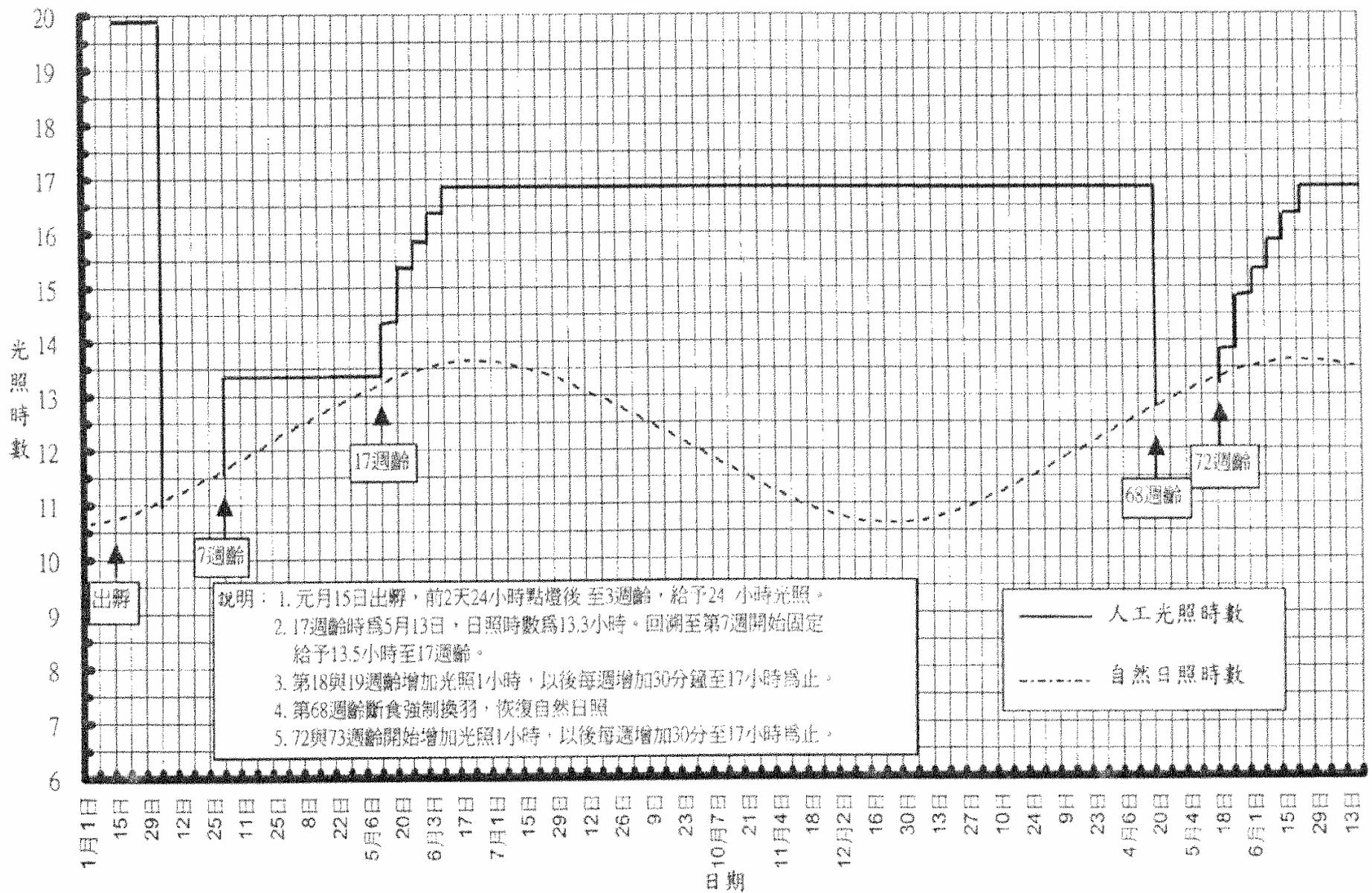


圖 7-3 人工點燈實例

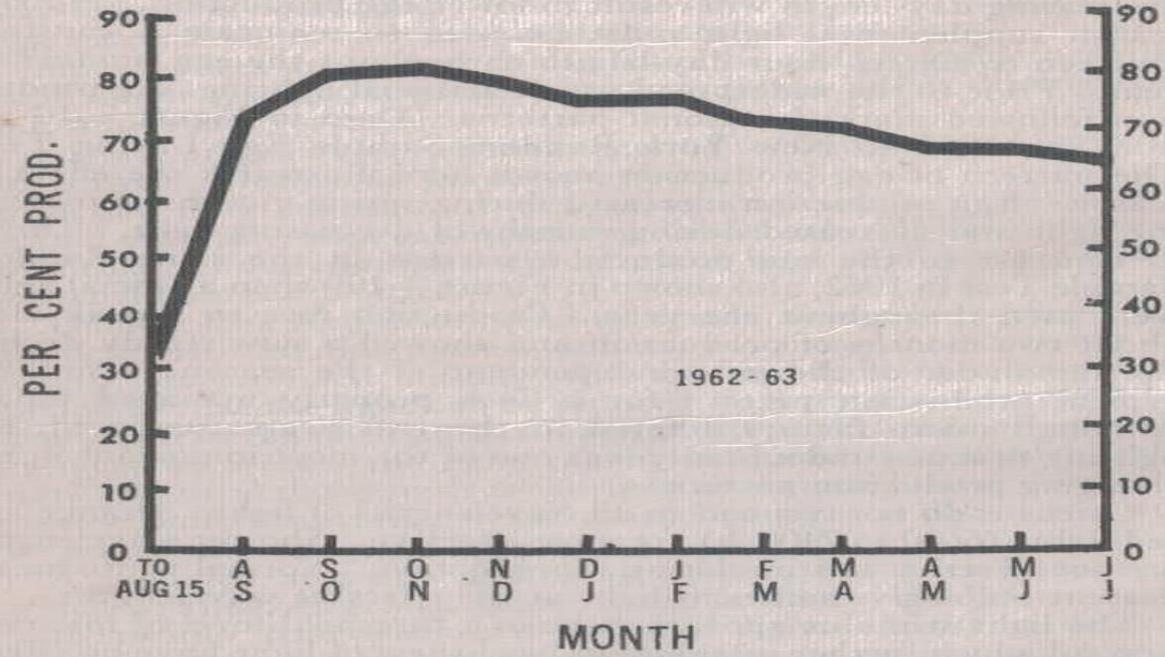
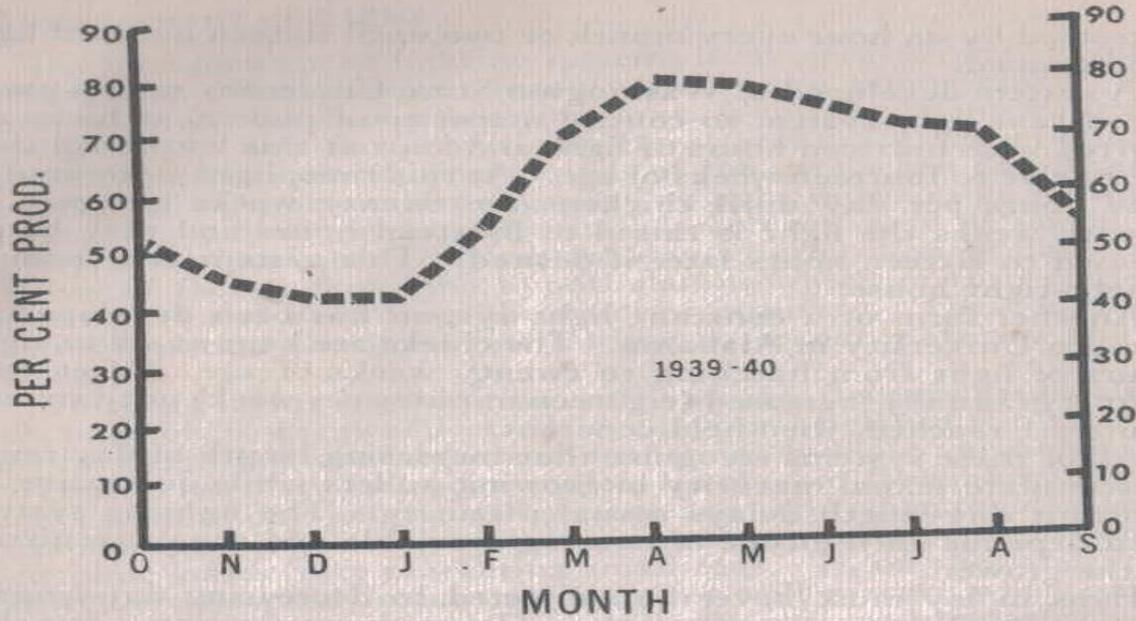


FIG. 2-10.—The production pattern of hens from 1939-40 New York Random Sample egg laying test (top) where no artificial lights were used and from the 1962-63 test (bottom) where artificial lighting was used.

From Card and Nesheim, 1972

肉雞生產—傳統光照法

- 肉雞在孵化後即給予連續或近乎連續 (23L:1D) 之光照，已是肉雞生產之規範，因可得較自然光照者為快之生長速率。
- 一般而言，1-150 lux 之光照強度不影響體重、飼料消耗量與飼料換肉率。
- 以 23L:1D 之光照長度測試 1、10、20、40 lux 光照強度之影響，顯示光照強度不影響肉雞生產與死亡率，但影響屠體性狀。其中 1 lux 者對肉雞福利具有不利影響，因增加腳趾潰瘍與眼睛大小。
- 波長以藍、綠為佳。

光照強度對肉雞生產性狀之影響 (0-35 日齡)

項目/照度 (lux)	1	10	20	40	SEM
增重 (kg)	2.188	2.091	2.109	2.114	0.027
採食量 (kg)	3.791	3.785	3.758	3.749	0.011
F:G	1.702	1.772	1.737	1.733	0.007
死亡率 (%)	6.02	6.63	6.18	5.85	0.421

From Deep et al., 2010

光照強度對肉雞屠體性狀 (活重之百分率)之影響

項目/照度 (lux)	1	10	20	40	SEM
活體重 (kg)	2.32	2.34	2.29	2.28	0.104
屠宰率 (%)	68.94a	69.28a	68.38b	68.32b	12.26
胸肉率 (%)	19.40	19.20	19.44	19.15	0.057
翅膀率 (%)	7.72a	7.56b	7.51b	7.51b	0.018
.
.
其他 (%)	17.1ab	17.3a	17.0b	17.4a	0.048

From Deep et al., 2010

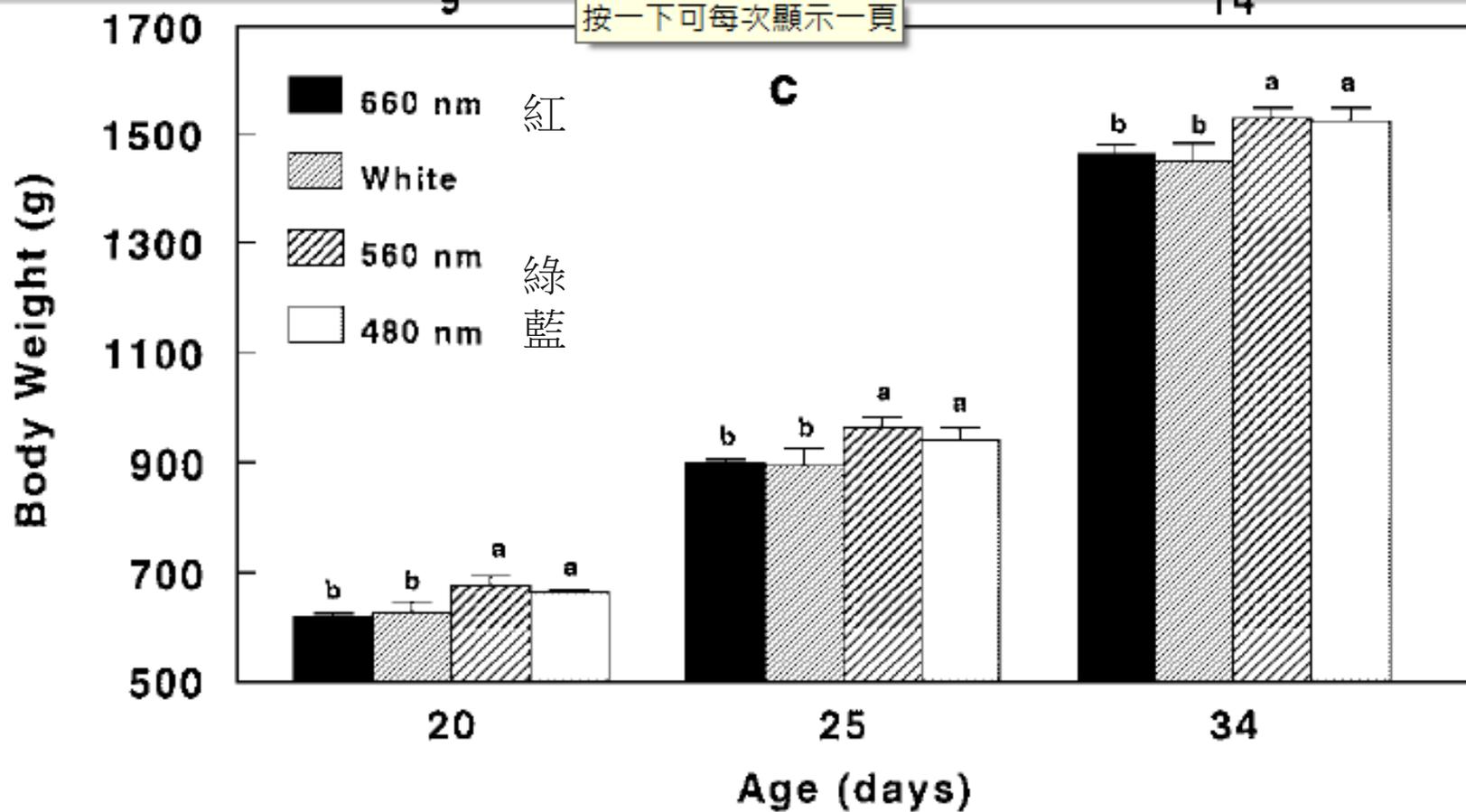


FIGURE 1. Body weight of male broilers reared under different light spectra. Each group of treated birds was exposed to either 480, 560, or 660 nm, or white light from 1 d old until termination of experiment at 35 d of age. Figure 1a presents BW at 1, 3, 5, and 7 d of

自孵化後開始 23L:1D，暴露於不同波長光照。 From Rozenboim et al., 1999

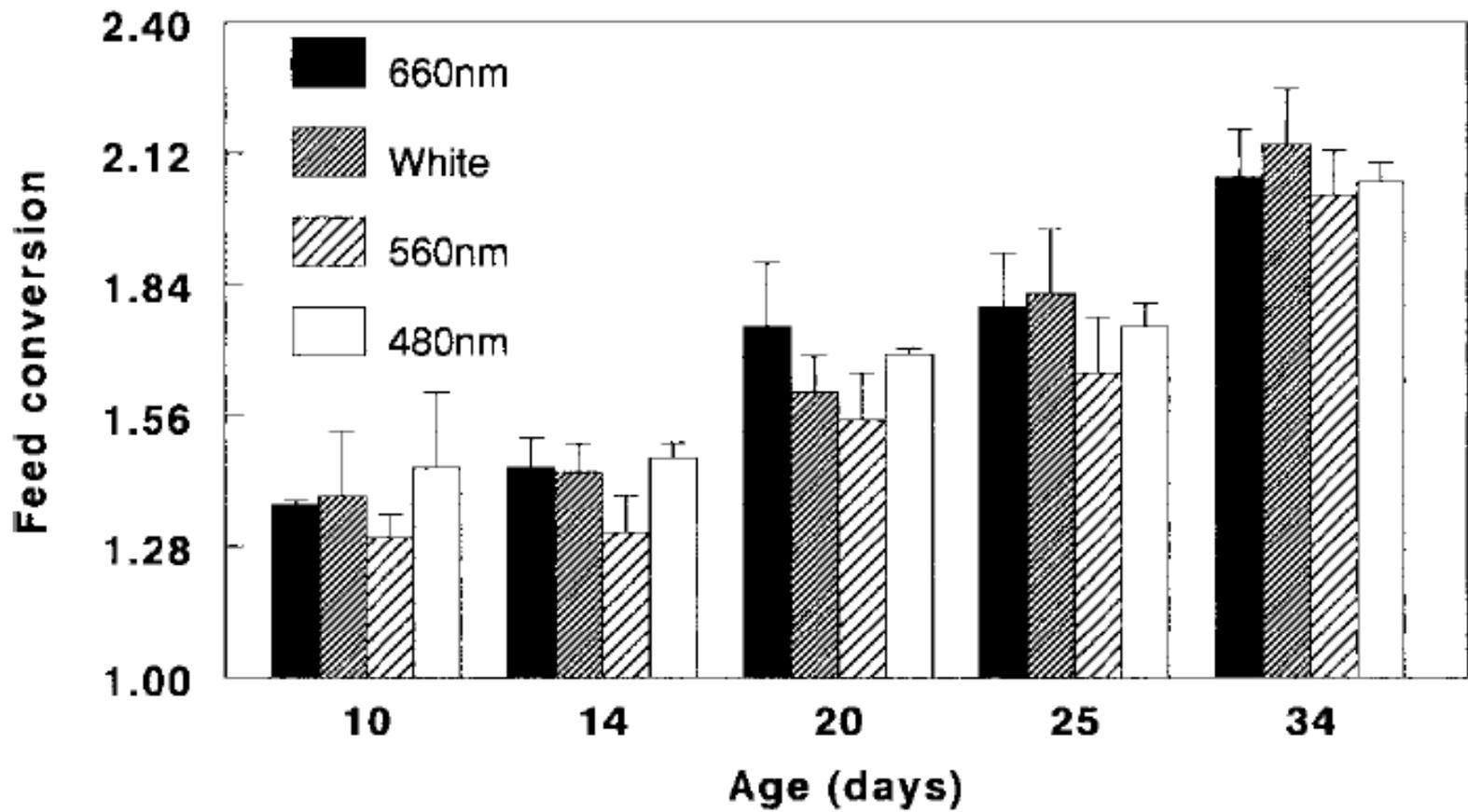


FIGURE 2. Feed conversion of male broilers reared under different light spectra. Each group of treated birds was exposed to either 480, 560, or 660 nm, or white light from 1 d old until termination of experiment at 35 d of age.

自孵化後開始 23L:1D，暴露於不同波長光照。From Rozenboim et al., 1999

飼育在白色、藍色、綠色以及在 10 日齡或 20 日齡 由綠轉藍或由藍轉綠雄肉雞之體重

日齡	藍光	白光	綠光	BG10	BG20	GB10	GB20
0	41.2	41.2	41.2				
10	249b	250b	257a				
21	740b	763ab	764ab	733b		792a	
27	1170	1205	1215	1168	1217	1232	1177
34	1717b	1741ab	1755ab	1664b	1839a	1849a	1775ab
46	2707b	2701b	2814ab	2709b	2840a	2897a	2780ab

自孵化後開始 23L:1D，暴露於不同波長光照。From Rozenboim et al., 2004

肉雞生產之另類光照

- 連續光照剝奪了肉雞之睡眠，造成嚴重生理緊迫。
- 先減後增光照法與間歇光照法可減少腹水、猝死、總死亡率之發生。

光照長度與光照強度對肉雞體重與飼料換肉率之影響

處理效應	體重 (g)				飼料換肉率	
	8 日齡	15日齡	36日齡	56日齡	0-36日	0-56 日
光照期						
23L	195	458	1975	3387	1.65	2.10
減-增	191	422	1907	3419	1.67	2.10
P	0.577	0.001	0.001	0.250	0.085	0.745
照度						
明亮	191	431	1911	3382	1.67	2.10
黯淡	195	449	1975	3419	1.65	2.11
P	0.912	0.028	0.002	0.219	0.187	0.544

減-增光照：0-7 d, 23L; 8-14 d, 12L; 15-21 d, 14L; 22-28 d, 16L; 29-35 d, 18L; 36-42 d, 20L; 43-56 d, 23L

明亮：0-56 d, 2 fc; 黯淡：0-7 d, 1 fc; 8-14 d, 0.5 fc; 15-56 d, 0.25 fc

From Downs et al., 2006

先減後增光照法之光照強度對雄肉雞生長性狀之影響

照度/日齡	9 日	23 日	37 日	51 日
體重 (g)				
0.5-0.1 fc	227	976	2420	3750
15 fc	232	931	2302	3582
P 值	0.6125	0.0098	0.0021	0.0001
累積採食量 (g/bird)				
0.5-0.1 fc	209	1253	3746	6801
15 fc	213	1208	3603	6547
P 值	0.2290	0.0850	0.0151	0.0236

飼料轉換率在各日齡皆無顯著差異 (From Lien et al., 2008)

先減後增光照法之光照強度對雄肉雞屠體性狀之影響

性狀/照度	0.5-0.1 fc	15 fc	P 值
活體重 (g)	3759	3569	0.0016
瘦屠體重 (g)	2701	2572	0.0073
胸肉總重 (g)	739	704	0.0432
里肌重 (g)	602	574	0.0652
小里肌重 (g)	137	130	0.0052
翅重 (g)	300	273	0.0001
腿重 (g)	855	804	0.0037
腹脂重 (g)	78.1	78.1	1.000

From Lien et al., 2008

**MORTALITY RECORDS IN THE FOUR FLOCKS ON
CONTINUOUS AND INTERMITTENT LIGHTING PROGRAMS**

No. of Birds in Each Barn	Intermittent		Continuous		Total No. of Birds 47,200
	Females 11,800	Males 11,600	Females 12,000	Males 11,800	
Age in Weeks					
1	^a 61/8 ^b	91/6	90/7	88/15	300/36
2	71/11	99/16	84/12	9/35	333/74
3	41/15	61/34	40/33	98/50	240/132
4	57/18	35/22	44/35	52/50	188/115
5	24/11	30/16	33/14	51/31	138/72
6	21/10	20/10	23/10	26/20	90/50
7	21/8	10/9	23/9	22/15	85/41
Total	296/81	355/113	337/120	416/206	1404/520

^aTotal mortality

^bSudden death syndrome

間歇光照為 3L:1D (From Ononiwu et al., 1979)

間歇光照對肉雞採食量與飼料效率之影響

週齡	每日採食量 (g)			採食量：增重		
	連續	間歇	P值	連續	間歇	P值
0-3	54	54	NS	1.68	1.75	NS
3-6	155	162	<0.05	2.05	1.97	NS
6-8	195	204	NS	2.59	2.50	NS
0-8	123	128	NS	2.07	2.03	NS

間歇光照: 1L:2D ; 光照強度 20 lux (From Ohtani and Leeson, 2000)

間歇光照對雄肉雞體重、增重與腹脂重之影響 (From Ohtani and Leeson, 2000)

週齡	連續光照	間歇光照	P 值
體重 (g)			
3	717	696	NS
6	2393	2516	*
8	3459	3637	**
增重 (g)			
0-3	676	656	NS
3-6	1676	1820	**
6-8	1066	1122	NS
0-8	3419	3597	**
腹脂重 (%屠體)			
8	1.73	2.02	**

光照制度對肉雞生長性狀之影響 (21-41 日齡)

項目	23L:1D	1L:3D	P 值
初重 (kg)	0.659	0.550	0.231
日增重 (kg/d)	0.069	0.067	0.972
每日採食量 (kg/d)	0.134	0.121	0.319
飼料換肉率	1.93	1.78	0.015

From Apeldoorn et al., 1999

不同光照計畫對肉雞 6 週齡經濟性狀之影響

生產性狀	23L:1D	12L:12D	2L:2D
體重 (kg)	2.230±0.182b	2.014±0.131c	2.460±0.152a
飼料消耗量 (kg)	4.386±0.227a	3.629±0.112b	4.243±0.160a
飼料換肉率	1.967±0.256a	1.802±0.290b	1.725±0.312c
死亡率	6/100	5/100	2/100

同列中不同字母表示差異顯著 ($P < 0.05$) (From Abbas et al., 2008)

種雞、火雞、鴨、鵝鶉

- 種肉雞：20 週齡前 8L，20 週齡後 13L。
- 種火雞：長光照之前先有 6 週或以上短光照期，30 週齡開始長光照刺激，光照長度夏季 18L，其餘季節 15L。光照強度 22 lux 足矣。
- 鵝鶉：
 - 產蛋：光照期 14-18L
 - 產肉：光照期 8L
- 菜鴨與北京鴨：22 週齡前光照漸減或維持於短光照期，22 週齡開始增加至或逐漸增加至 14-16L，光照強度 10 lux 或以上。
- 種番鴨：25 週齡前光照漸減，25 週齡開始為持於 14-16L，光照強度 15-25 lux。

飼育於 8L 之種用肉雞在 20 週齡轉換成 11L、12L、13、14L，其產蛋性狀

光照期 (hr/d)	產蛋數 (n/hen)	蛋重 (g/egg)	飼料轉換率 (g/egg)	地板蛋 (%)	破蛋與髒蛋 (%)	死亡率 (%)
11	157.9	64.9a	335	6.6a	10.6a	7.5
12	159.4	64.3b	332	5.3b	9.8ab	9.5
13	164.3	64.0bc	322	4.7bc	9.0b	9.8
14	164.4	63.7c	322	4.4c	8.9b	6.9

From Lewis et al., 2010

日本鵜鶉暴露於不同種人工照明後之產蛋率與飼料消耗量 (From Rizzotto et al., 2011)

光源	產蛋率 (%)	飼料消耗量 (g)
黃	88.00 ^{ab}	792.23 ^{ab}
紅	92.00 ^{ab}	788.59 ^{ab}
藍	82.00 ^b	717.72 ^b
綠	96.00 ^a	831.64 ^a

不同字母表示差異顯著 ($P < 0.05$)。

日本鵜鶉暴露於不同種人工照明後之蛋之重量、蛋白高度與 Haugh units (HU) (From Rizzotto et al., 2011)

光源	蛋重	蛋白高度	HU
黃	10.45 ^{ab}	4.82 ^a	91.68 ^a
紅	10.58 ^{ab}	4.60 ^a	90.41 ^a
藍	10.15 ^b	4.57 ^a	90.62 ^a
綠	11.17 ^a	4.62 ^a	90.19 ^a

不同字母表示差異顯著 ($P < 0.05$)。

有應用潛力之光照處理

鹿茸生產

- 溫帶鹿種大多為短日生殖者：短光照促進性腺功能，長光照抑制之。
- 鹿角週期與性腺功能息息相關：睪固酮含量上升造成鹿茸骨化，睪固酮含量下降造成解角，茸角在睪固酮含量低時生長。
- 因此，鹿角之生長週期亦受光照調節。

表1. 自冬至起補充光照對梅花鹿鹿茸生產之影響

項目	對照組	光照組	顯著性
鹿隻頭數	10	55	
解角日期	4/30±5.0	3/23±2.4	*
鹿茸產量(g)	1136±54	1260±38	NS
長出再生茸頭數	0 (0%)	17 (30.9%)	*
再生茸重 (g)	-	222±21	
再生茸總尖數	-	2.2±0.3	

* $P < 0.05$ 。

資料節錄自楊與陳 (1994)。

表 2. 正常鹿茸與再生鹿茸之一般成分 (%)

鹿茸	數目	粗蛋白	乙醚抽出物	灰分	鈣	磷
正常鹿茸	10	48.3±0.8	1.7±0.1	44.7±0.9	22.3±0.6	7.1±0.2
再生鹿茸	5	53.5±0.6	2.4±0.1	41.8±0.4	17.5±0.4	6.6±0.1
P		<0.01	<0.01	<0.05	<0.01	>0.05

正常鹿茸包括對照組與光照組第一次鹿茸。
資料節錄自楊與陳 (1994)。

表 3. 光照處理與自然光照組鹿茸生產之比較#

鹿茸性狀	自然光照組	光照處理組*	
		第一次	第二次
重量 (g)	910±84	792±46	813±95
主支長度(cm)	35.3±1.3	36.9±1.3	31.9±3.8
主支周長 (cm)	10.7±0.2	11.0±0.3	10.1±0.5
角尖數	8.0±0.4	6.2±0.2	7.7±0.9
比重	1.20±0.01	1.24±0.02	1.22±0.03

自然光照組一年生產鹿茸一次，光照處理組一年生產鹿茸二次，每次之性狀皆與自然光照組者無顯著差異。

* 光照處理為 30 日褪黑素給予與 150 日長光照期交替進行。
資料節錄自楊 (1995)。

表 4. 光照處理與自然光照組鹿茸組成分之比較#

一般成分	對照組	光照組	
		第一次	第二次
粗蛋白質	52.0±2.6	51.5±0.7	49.1±1.9
乙醚抽出物	2.8±0.1	3.0±0.2	2.6±0.2
灰分	41.6±1.7	44.9±2.1	44.7±5.6
鈣	11.6±1.1	14.5±1.2	14.0±3.0
磷	8.1±0.4	6.3±0.2	6.6±0.5

自然光照組一年生產鹿茸一次，光照處理組一年生產鹿茸二次，每次之性狀皆與自然光照組者無顯著差異。

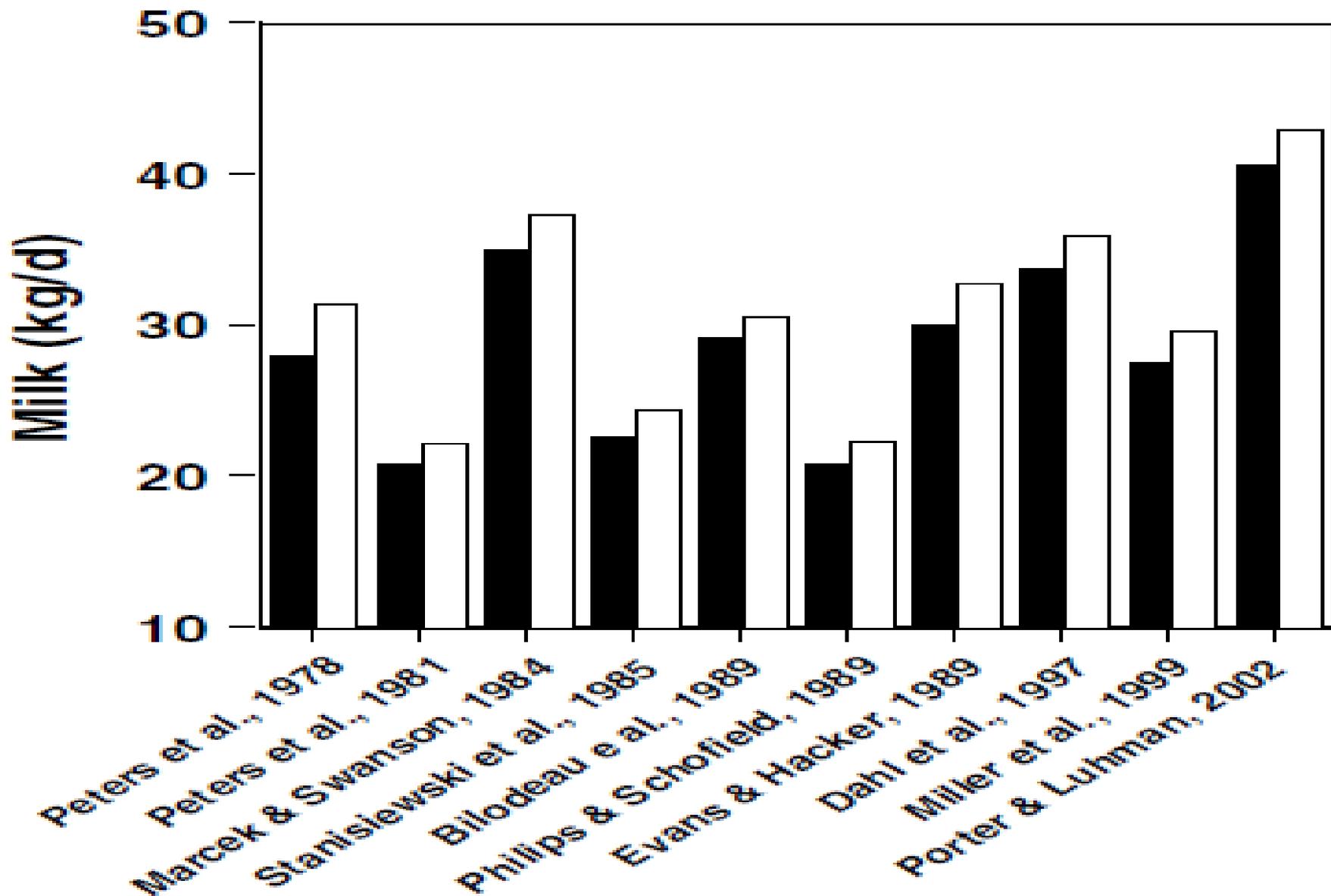
* 光照處理為 30 日褪黑素給予與 150 日長光照期交替進行。
資料節錄自楊 (1995)。

鵝之產季調節

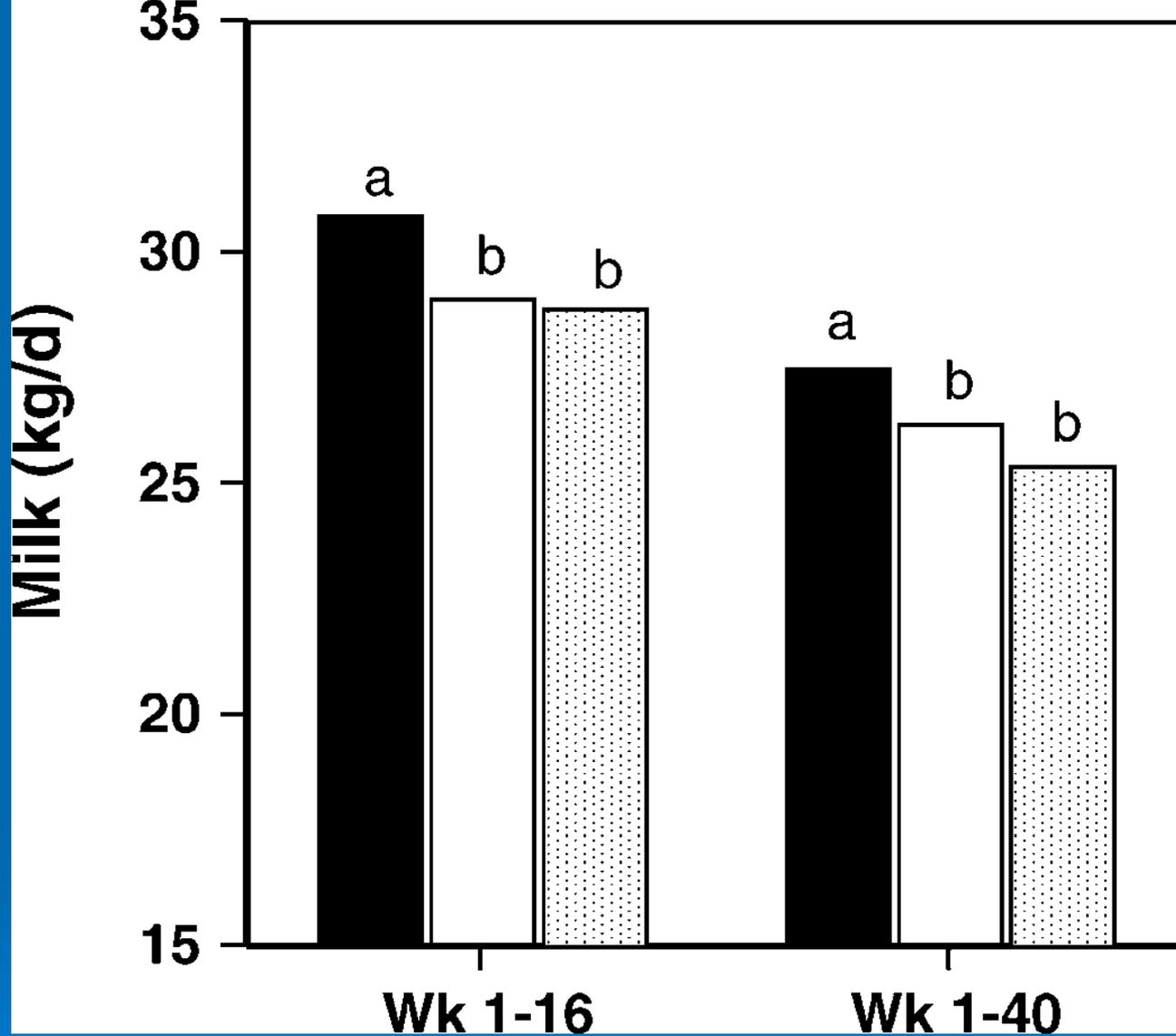
- 自然情況下，台灣之鵝在 10-5 月產蛋 (高峰在 1-2 月)，雛鵝價格之季節性變化大。
- 本研究室發現，鵝為短日照生殖者。
- 利用水簾式鵝舍配合光照控制可改變產蛋季節。
- 光照原則：以長光照抑制產蛋，再以短光照期促進產蛋。

牛乳生產

- 長光照可促進泌乳素分泌，促進乳產量。
- 但長期長光照終將引起乏興奮。
- 因此，促進乳產量有二措施：
 1. 在泌乳期間給予長光照期。
 2. 在乾乳期給予短光照期。
- 可視情況兩者聯合使用。



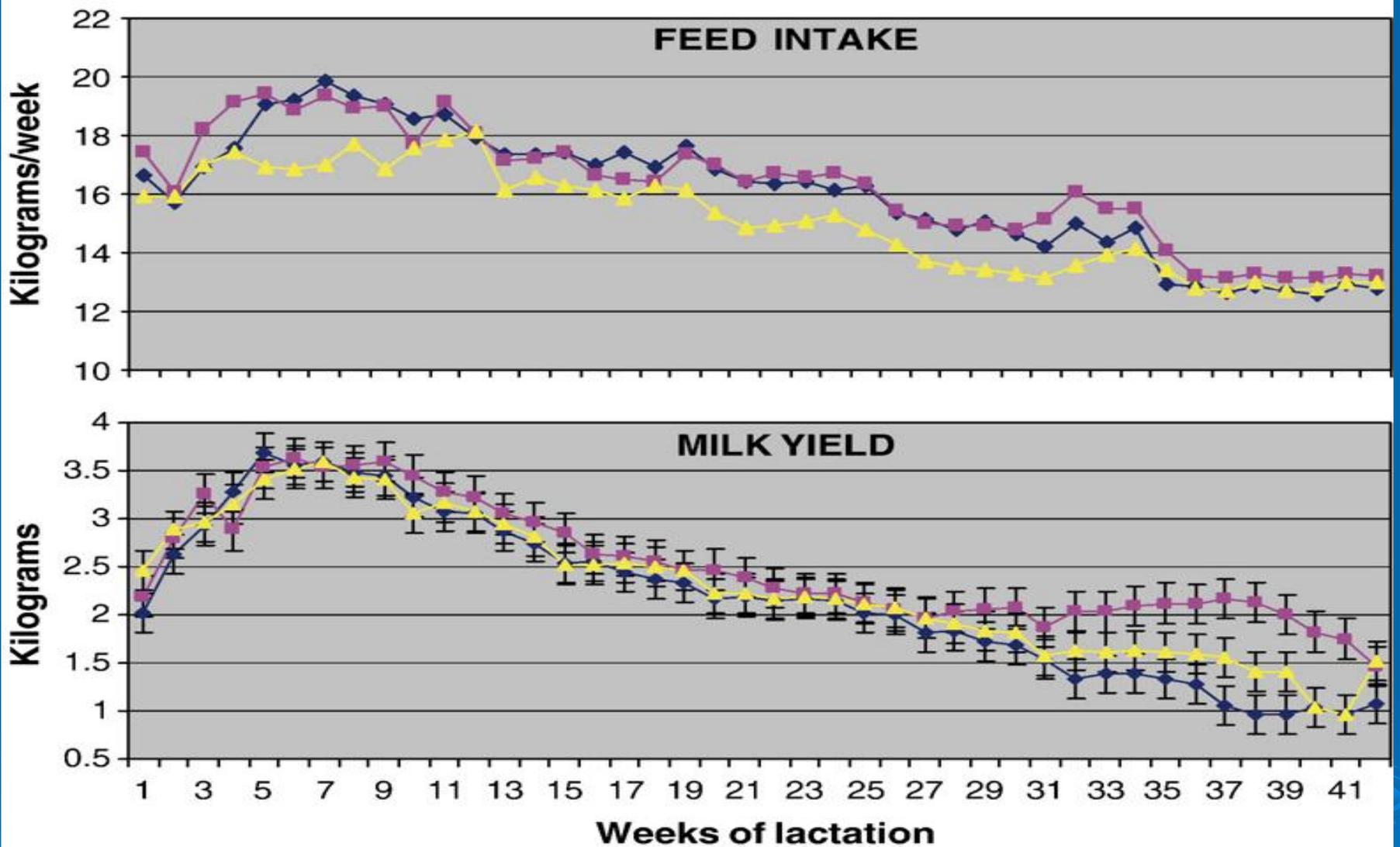
泌乳期間給予長光照對泌乳量之影響 (總合10 篇報告)。實柱為自然光照，空柱為長光照。(From Dahl and Petitclerc, 2003)



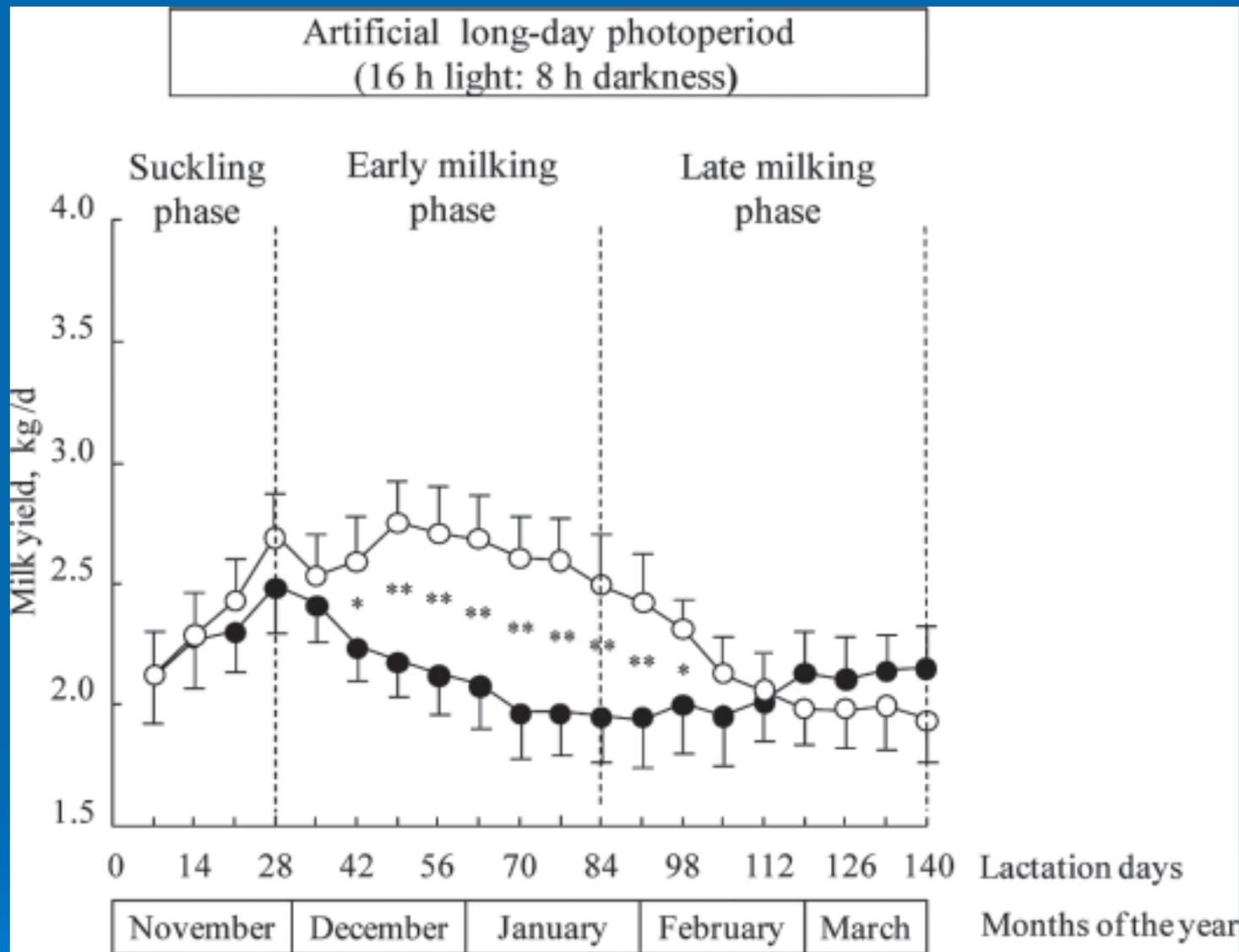
母牛在乾乳期暴露於短光照 (8L:16D; 實柱)、長光照 (16L:8D; 空柱)、或長光照並餵飼褪黑素 (25 mg/d; 點柱) 後之乳產量反應。 From Petitclerc et al., 1998.

羊乳生產

- 長光照可促進泌乳素分泌，促進乳產量。
- 但長期長光照終將引起乏興奮。
- 因此，促進乳產量有二措施：
 1. 在泌乳期間給予長光照期。
 2. 在乾乳期給予短光照期。
- 可視情況兩者聯合使用。
- 光照期影響配種季節，使用光照處理需注意。

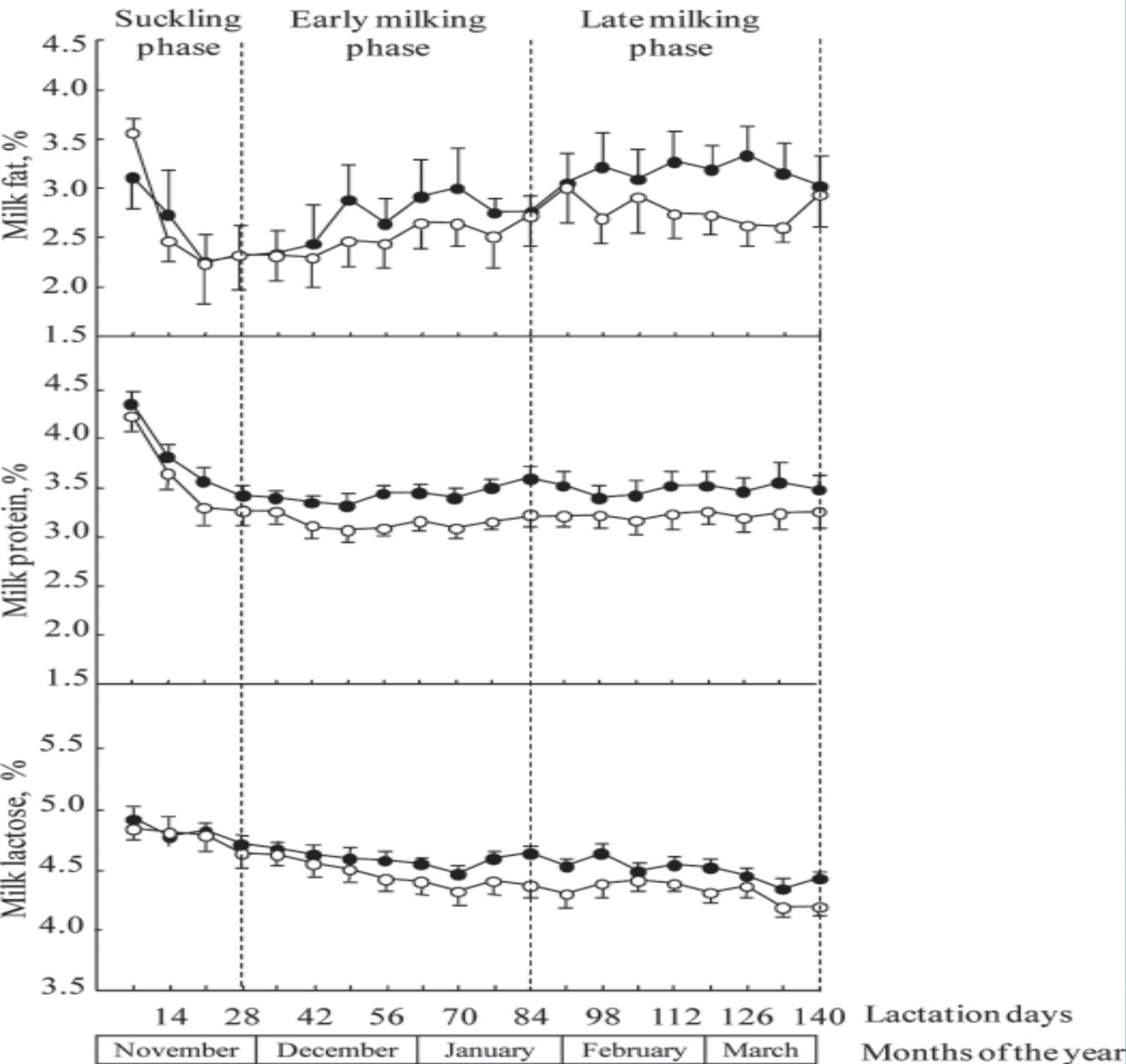


光照對山羊產乳之影響。黑色線為自然光照，紅色自wk 19至 wk 42 接受 20L，黃色自wk1 至 wk42 接受 20L (From Garcia-Hernandez et al., 2007)



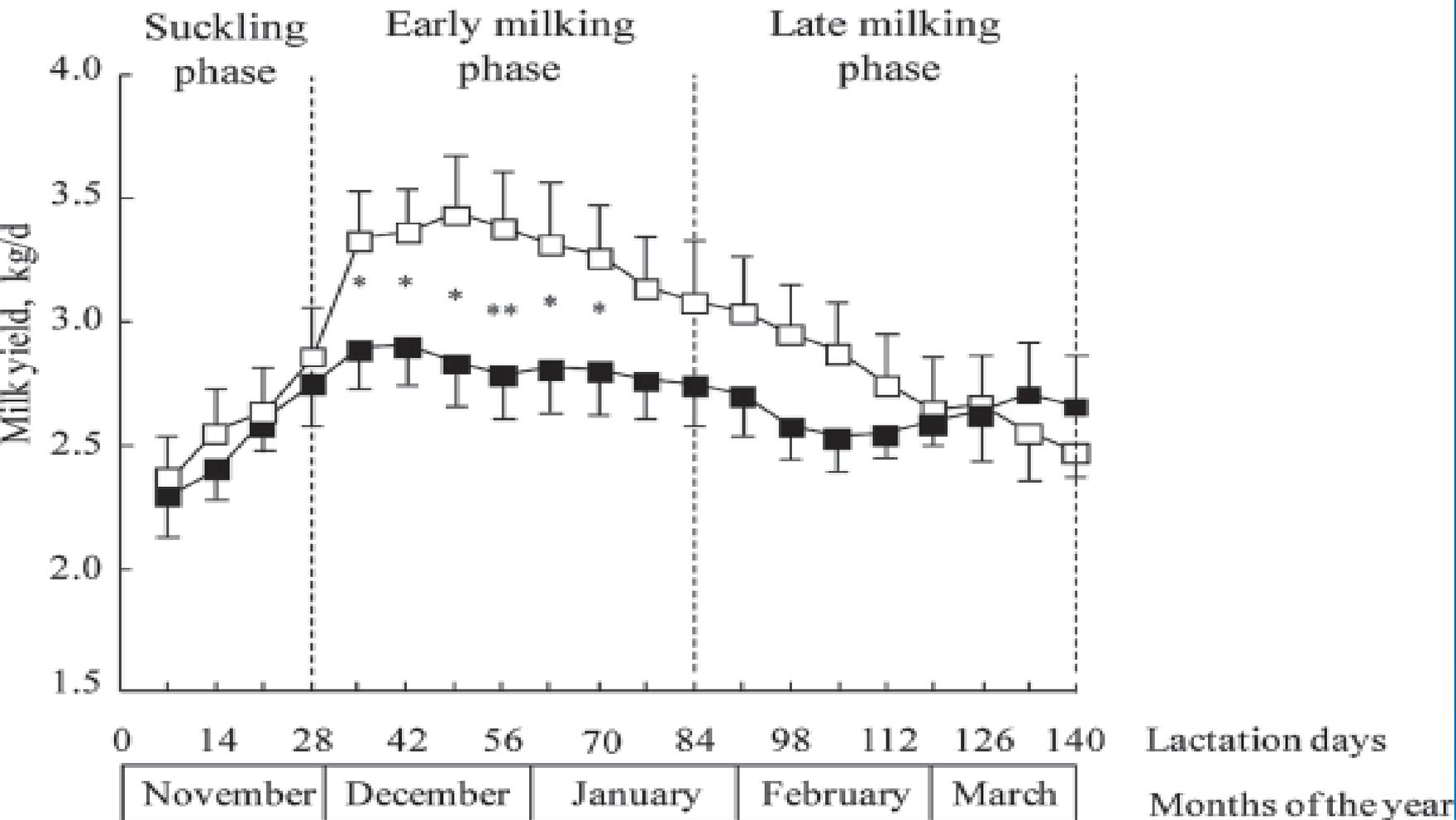
母山羊每日擠乳一次且暴露於自然光照漸減 (DD1X; ●) 或自泌乳第 10 日至第 140 日暴露於人工長光照(LD1X; ○) 之每日乳產量。(From Flores et al., 2011)

Artificial long-day photoperiod
(16 h light: 8 h darkness)

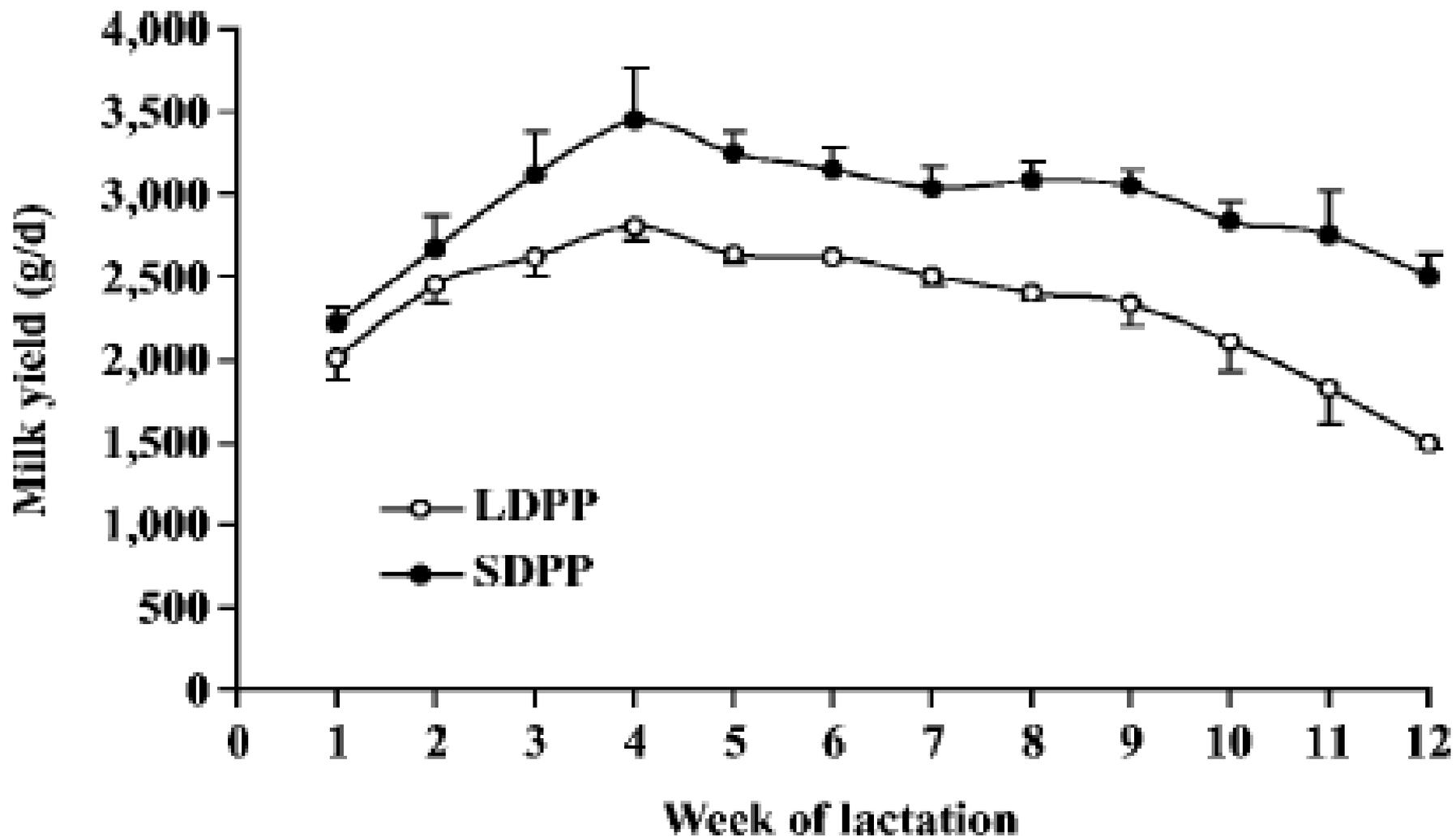


乳成分之變化。
(From Flores et al., 2011)

Artificial long-day photoperiod
(16 h light: 8 h darkness)

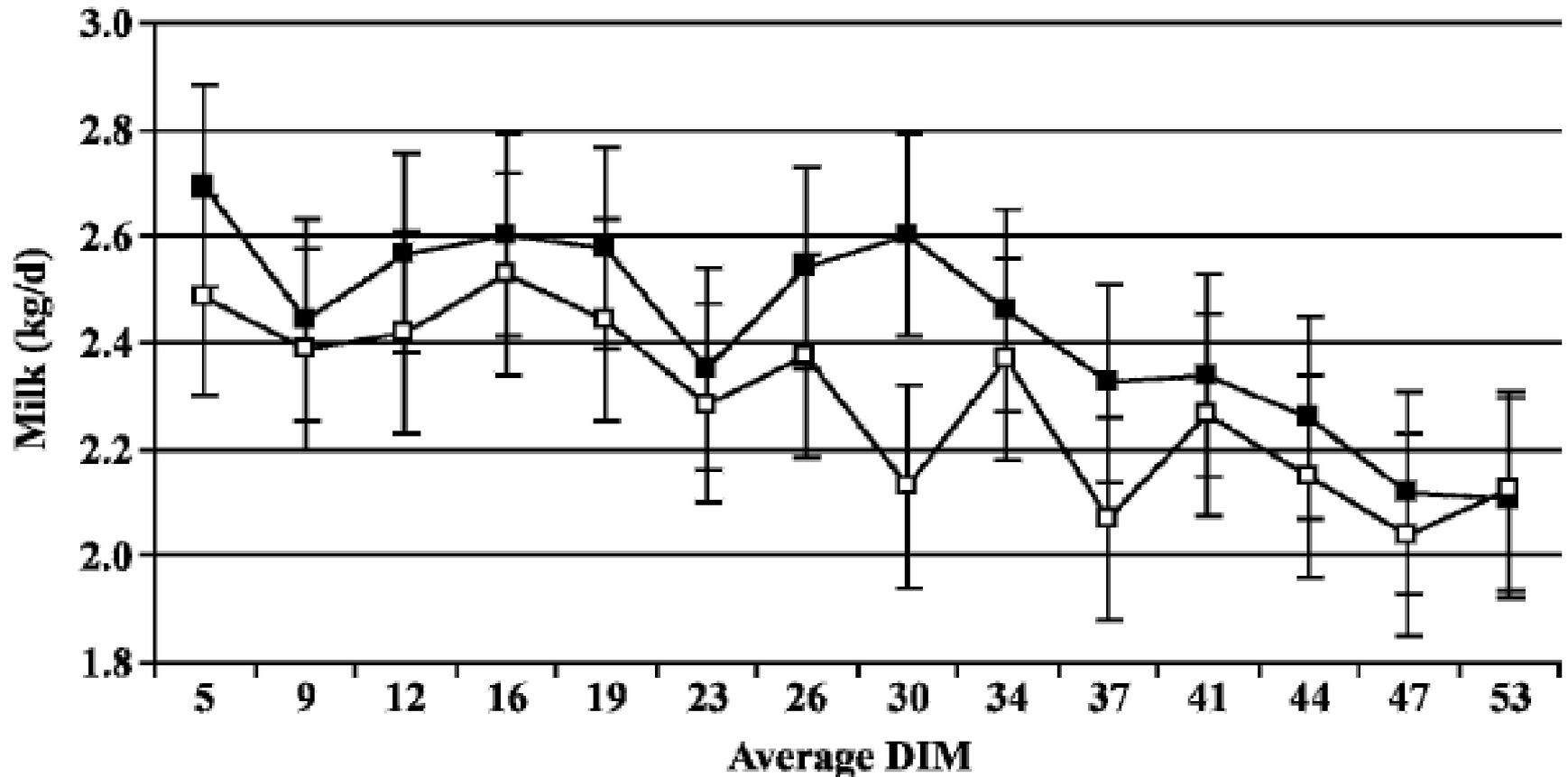


母山羊每日擠乳二次且暴露於自然光照漸減 (DD2X; ●) 或自泌乳第 10 日至第 140 日暴露於人工長光照(LD2X; ○) 之每日乳產量。(From Flores et al., 2011)



懷孕期後三分之一之光照對山羊乳產量之影響。 SDPP: 8L; LDPP: 16L (From Mabjeesh et al., 2007)

DIM	5	9	12	16	19	23	26	30	34	37	41	44	47	53
SDPP, n	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	8
LDPP, n	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10	9	9	9	8



分娩前光照對母綿羊泌乳之影響。SDPP: 8L; LDPP: 16L (From Mikolayunas et al., 2008)

食肉生產

- 成年動物之體重與體組成具有季節性節律，年幼動物之生長速率也有季節性。
- 除營養之外，光照之影響最大。
- 一般而言，長光照期促進蛋白質堆積，短光照期促進脂肪堆積。

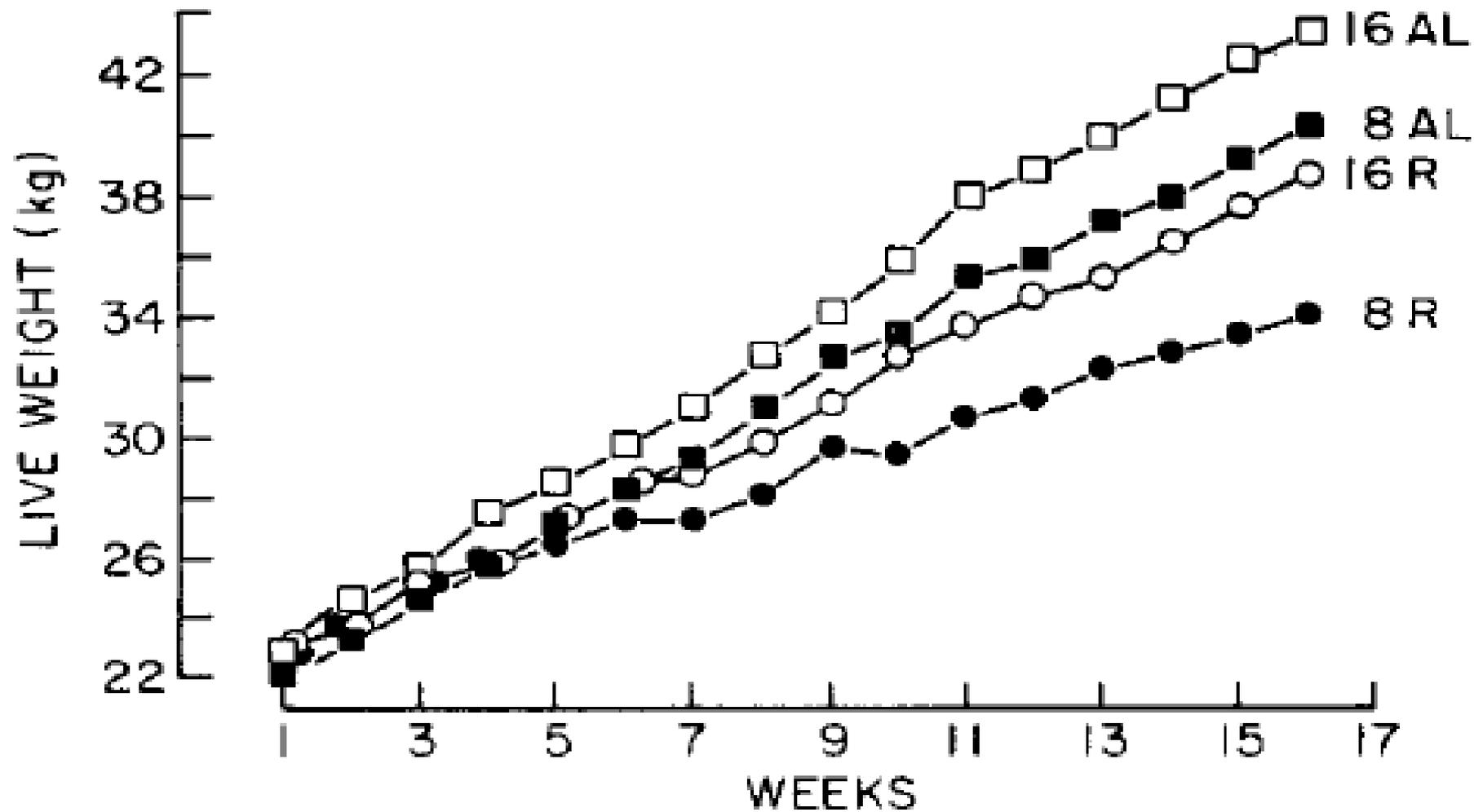


Figure 1. Live weights of lambs exposed to 16 or 8 h of light/d and fed ad libitum (AL) or restricted (R) quantities of concentrates. From Forbes et al. (1979b).

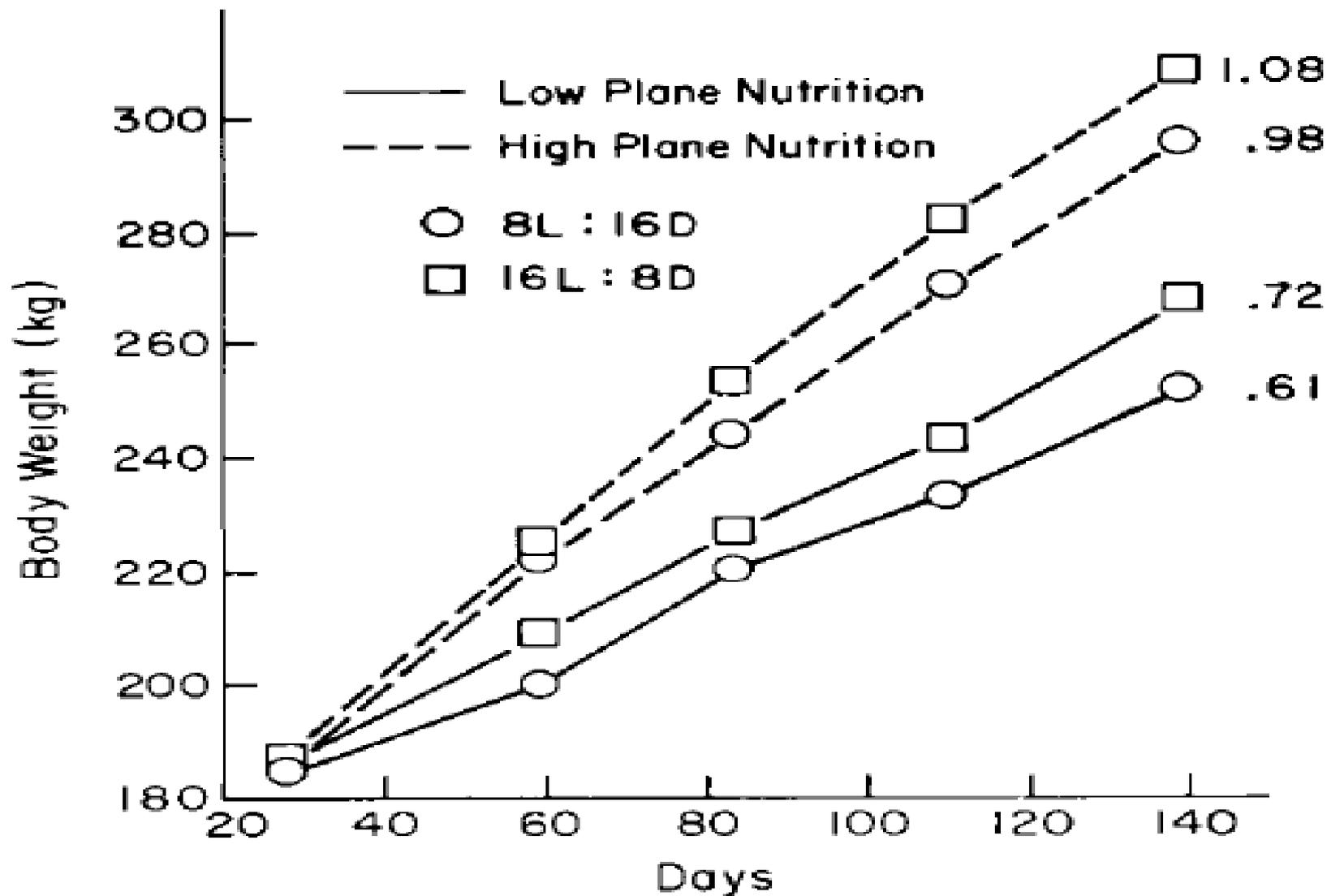


Figure 2. Live weights of heifers exposed to 16 or 8 h of light/d and fed ad libitum or restricted diets. Average daily gains are shown to the right for each treatment. From Petitclerc et al. (1983a).

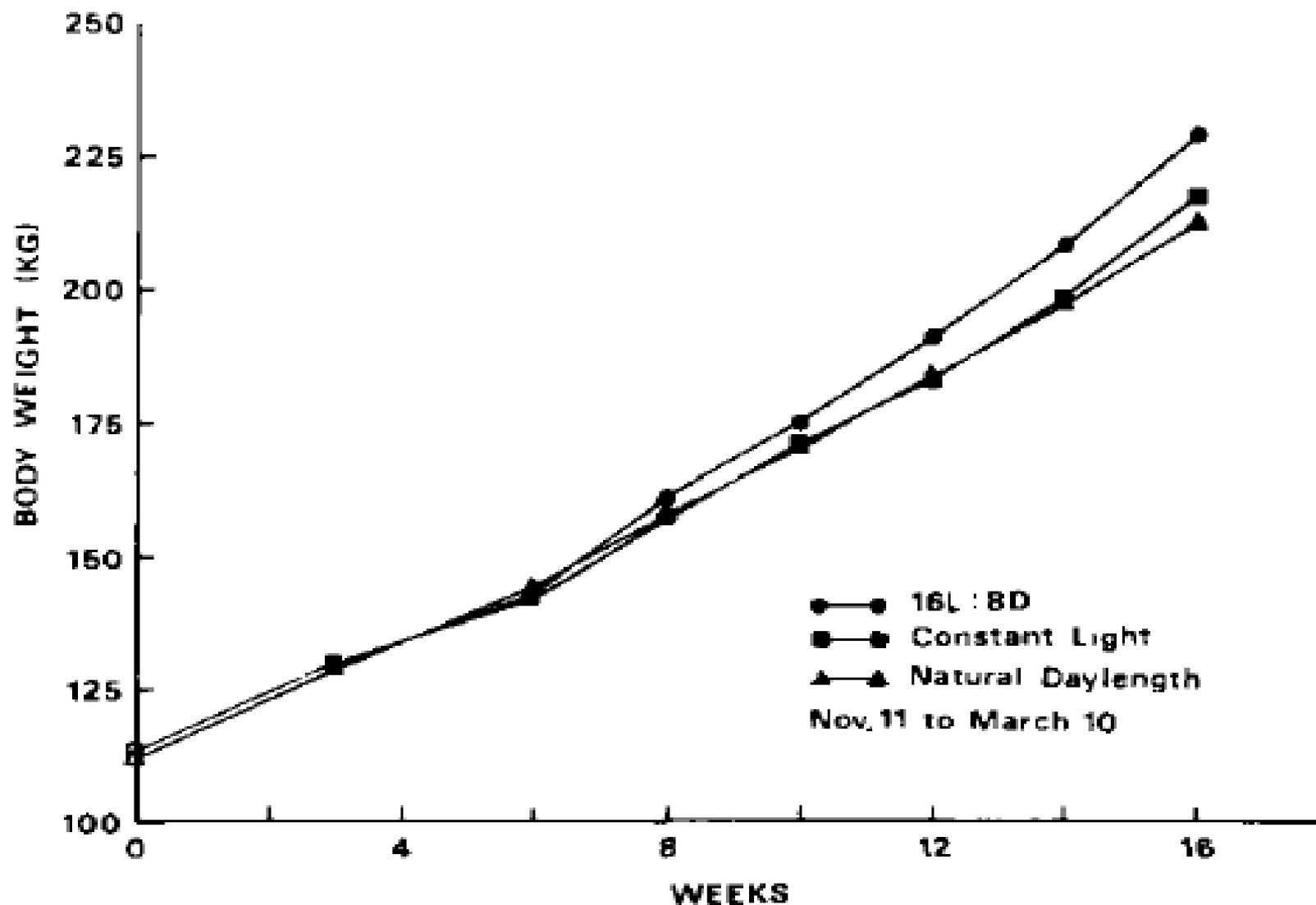


Figure 4. Live weights of Holstein heifers exposed to 16L:8D, 24L:0D or natural photoperiods between November and March. From Peters et al. (1980).

公羔羊暴露於不同光照期之生長與採食量

光照期	日增重 (g/d)	採食量 (kg)
8L:16D	345	125
16L:8D	417	141
7L:9D:1L:7D	442	138

From Schanbacher and Crouse (1981)

公羔羊與閹羔羊暴露於 16 或 8 小時光照之平均每日增重

處理	平均日增重 (g/d)
公羔羊 (16L:8D)	410
公羔羊 (8L:16D)	340
閹羔羊 (16L:8D)	345
閹羔羊 (8L:16D)	300

From Schanbacher and Crouse (1980)

光照處理對鵝生長期間 (2-8 週齡) 生長性狀之影響 (本實驗室)

項目\組別	短光照	長光照	P
平均日增重 (g/d)	81±4	91±4	NS
平均採食量 (g/d)	222±9	228±10	NS
飼料效率	0.345±0.014	0.342±0.009	NS

短光照：8L16D

長光照：16L8D

光照處理對鵝肥育期間 (8-14 週齡) 生長性狀之影響 (本實驗室)

項目\組別	SS	SL	LS	LL
平均日增重 (g/d)	7.9±2.4 ^b	-4.1±2.3 ^a	8.0±2.6 ^b	2.1±5.6 ^{ab}
平均採食量 (g/d)	115±11	104±6	126±6	116±12
飼料效率	0.065± 0.024	-0.040± 0.003	0.062± 0.025	-0.008± 0.008

SS：生長期與肥育期皆短光照；**SL**：生長期短光照，肥育期長光照；

LS：生長期長光照，肥育期短光照；**LL**：生長期與肥育期皆長光照。

光照處理對鵝屠體性狀之影響 (本實驗室)

項目	SS	SL	LS	LL
活體重 (kg)	3.87 ± 0.07	4.03 ± 0.25	3.88 ± 0.18	4.33 ± 0.28
屠體重 (kg)	3.02 ± 0.07	3.10 ± 0.21	2.99 ± 0.14	3.36 ± 0.21
屠宰率 (%)	78.2 ± 1.3	76.8 ± 1.2	77.1 ± 0.8	77.6 ± 1.7
內臟脂肪 (g)	53.3 ± 6.2 ^{ab}	36.7 ± 9.1 ^a	67.4 ± 7.3 ^{ab}	82.3 ± 19.3 ^b
腹脂重 (g)	32.7 ± 4.9 ^{ab}	22.3 ± 3.59 ^a	47.3 ± 8.5 ^{ab}	51.7 ± 12.6 ^b
肝臟重量 (g)	60.3 ± 3.5 ^a	60.0 ± 4.4 ^a	68.3 ± 2.8 ^{ab}	72.3 ± 5.2 ^b
消化道重現(g)	342.0 ± 15.6	402.7 ± 37.4	339.0 ± 16.2	410.5 ± 32.0
膽囊重 (g)	6.67 ± 0.67 ^b	3.33 ± 0.42 ^a	6.00 ± 1.15 ^{ab}	6.67 ± 1.43 ^{ab}

SS：生長期與肥育期皆短光照；**SL**：生長期短光照，肥育期長光照；
LS：生長期長光照，肥育期短光照；**LL**：生長期與肥育期皆長光照。

Table 5 光照對鵝日增重、每日採食量與飼料效率之影響
(本實驗室)

組別	短日照	骨幹長日照	P value
初重 (kg)	4.19±0.76	4.31±0.59	0.6342
末重 (kg)	4.52±0.68	4.29±0.69	0.3348
每日增重 (g/d)	11.83±10.56	-0.848±7.51	0.0461
每日採食量 (g/d)	189.32±45.59	162.56±43.38	<0.0001
飼料效率	0.064±0.031	-0.009±0.029	0.0455

短日照：8L:16D

骨幹長光照：8L:7D:1L:8D

Table 6 光照對鵝屠體性狀之影響 (本實驗室)

組別	短光照	骨幹長光照	P value
Live weight (kg)	4.52±0.68	4.29±0.69	0.3348
Abdominal fat (g)	116.88±59.04	146.25±52.63	0.2903
Visceral fat (g)	198.13±73.29	130.63±50.53	0.0473
Liver (g)	116.25±26.56	92.50±20.70	0.0640
GI tract (g)	349.38±40.48	320.00±45.36	0.0995
Carcass weight (kg)	3.15±0.46	3.09±0.53	0.7210
Abdominal fat (%)	2.63±0.99	3.38±1.01	0.1679
Visceral fat (%)	4.38±1.26	3.00±0.88	0.0805
Liver (%)	2.63±0.43	2.00±0.20	0.0150
GI tract (%)	7.50±0.71	7.50±0.95	1.0000
Dressing percentage (%)	69.63±2.55	72.00±2.18	0.0616

短日照：8L:16D

骨幹長光照：8L:7D:1L:8D

日糧蛋白質分配對鵝生長性狀之影響 (本實驗室結果)

期間	組別	每日採食量 (g)	每日增重 (g)	飼料效率
Wk 2-8 (Exp. I)	CP 早13%晚19%	196.6±3.1	59.9±1.8	0.305±0.003
	CP 早晚 16%	203.6±3.9	57.1±1.8	0.280±0.007
	P 值	0.0969	0.2504	0.0045
Wk 4-8 (Exp. II)	CP 早14%晚20%	274.2±15.6	76.4±2.6	0.282±0.016
	CP 早晚平均	282.5±7.2	69.1±3.2	0.246±0.011
	P 值	0.3196	0.0346	0.0475

限時餵飼之時間對鵝肥育性能之影響

組別/項目	每日採食量 (g)	每日增重 (g)	飼料效率
早晨餵飼	219.7±4.5	30.1±3.1	0.136±0.011
下午餵飼	237.3±5.6	22.9±1.2	0.096±0.003
P	0.0170	0.0325	0.0033

(本實驗室之結果)

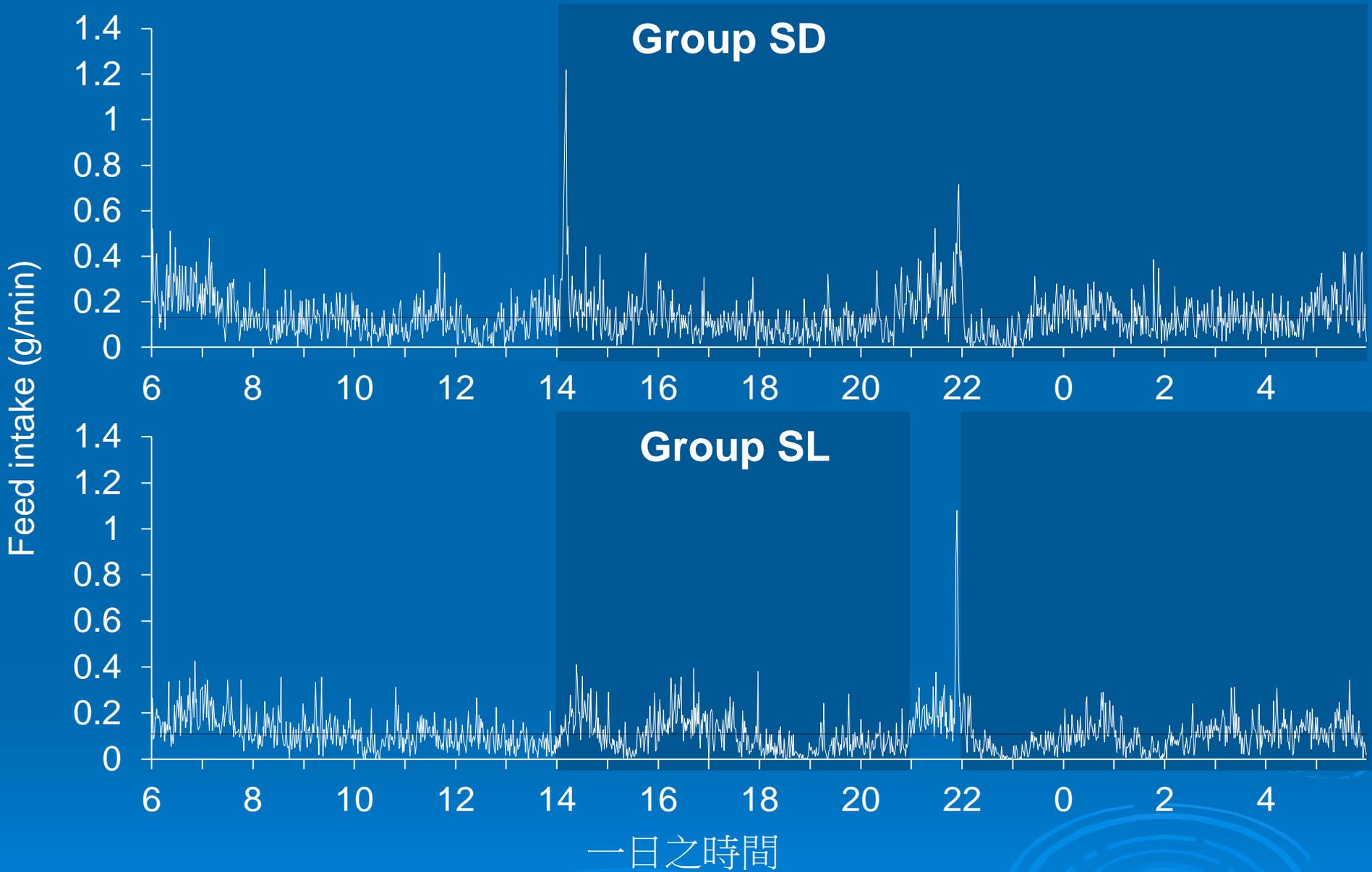


Fig. 6 短光照與骨幹長光照處理下鵝隻一日內採食之變化。陰影時段表示黑暗期間。(本實驗室結果)

Table 8 光照對鵝採食之影響

組別與時段	總採食量 (g)	每小時採食量 (g/h)
短光照		
整日	189.32±40.56	7.86±1.69
光照期間	62.15±20.25 ^b	7.80±2.48
黑暗期間	127.17±27.83 ^a	7.95±1.74
骨幹長光照		
整日	162.56±46.21 [#]	6.77±1.93 [#]
連續光照期	60.76±22.60 ^a	7.74±2.81 ^b
插曲光照期前之黑暗期	41.86±16.79 ^{b#}	5.98±2.40 ^{c#}
插曲光照期	13.32±5.81 ^c	13.32±5.81 ^a
插曲光照期後之黑暗期	46.07±23.70 ^{b#}	5.76±2.96 ^{c#}
<hr/>		
光照期	74.08±24.84 ^b	8.37±2.72 ^a
黑暗期	88.47±34.31 ^a	5.90±2.29 ^{b#}

Means in Group SL is significantly lower than in Group SD (P<0.05).

a, b, c Means with different superscripts differ significantly in the same group (P<0.05).

(本實驗室結果)

結 論

- 光照對動物生理具有調節作用。
- 透過光照之操縱可以改善禽畜之生產性能。
- 有些光照處理已在畜牧生產被成熟地應用，有些仍有待推廣，有些還需進一步研究細節。
- 光照處理是一無公害、無安全顧慮之措施。
- 光照處理若能進一步結合一日節律與行為特性，則效果更可達到極致。

謝謝聆聽！

敬請指教