



# 環境因子對動物生理之影響

方煒

台大生機系



# 大綱

環境因子對動物  
生理之影響

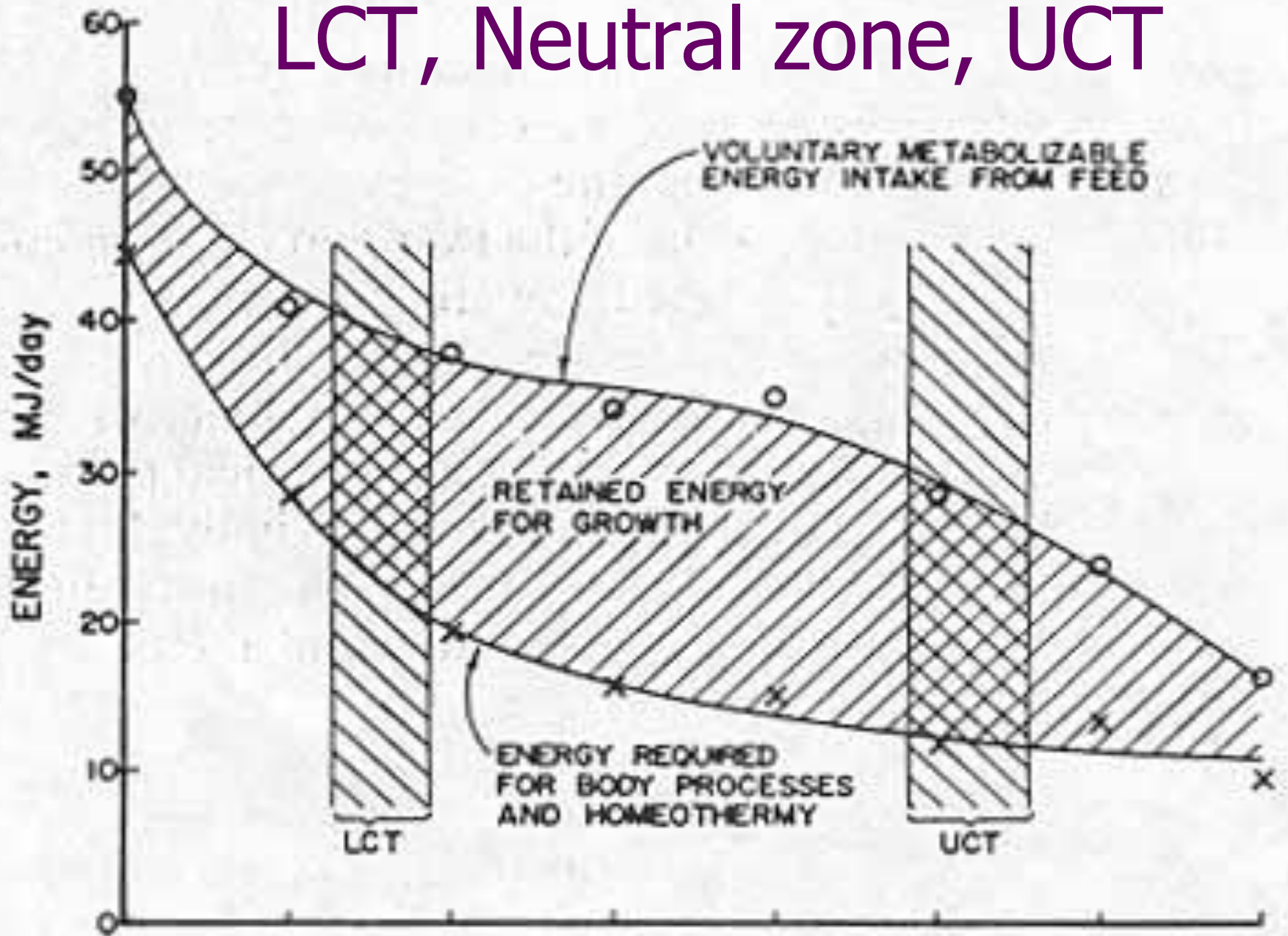
光照應用於動物

光照應用於捕抓  
昆蟲與水下生物

# Impact of Environmental factors to the animal

- Impact of Temperature
- Impact of Humidity
- $Q_T$ ,  $Q_S$ ,  $Q_L$
- THI and MPD
- Impact of Air Velocity
- Impact of Radiation
- BGT and WBGT

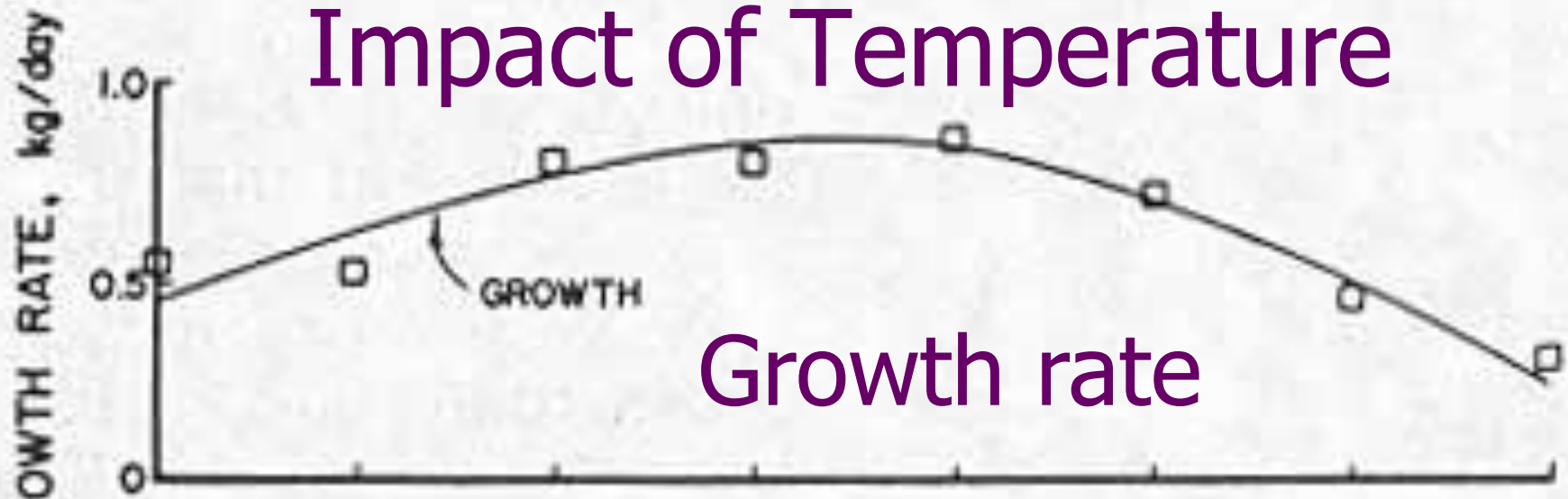
# LCT, Neutral zone, UCT



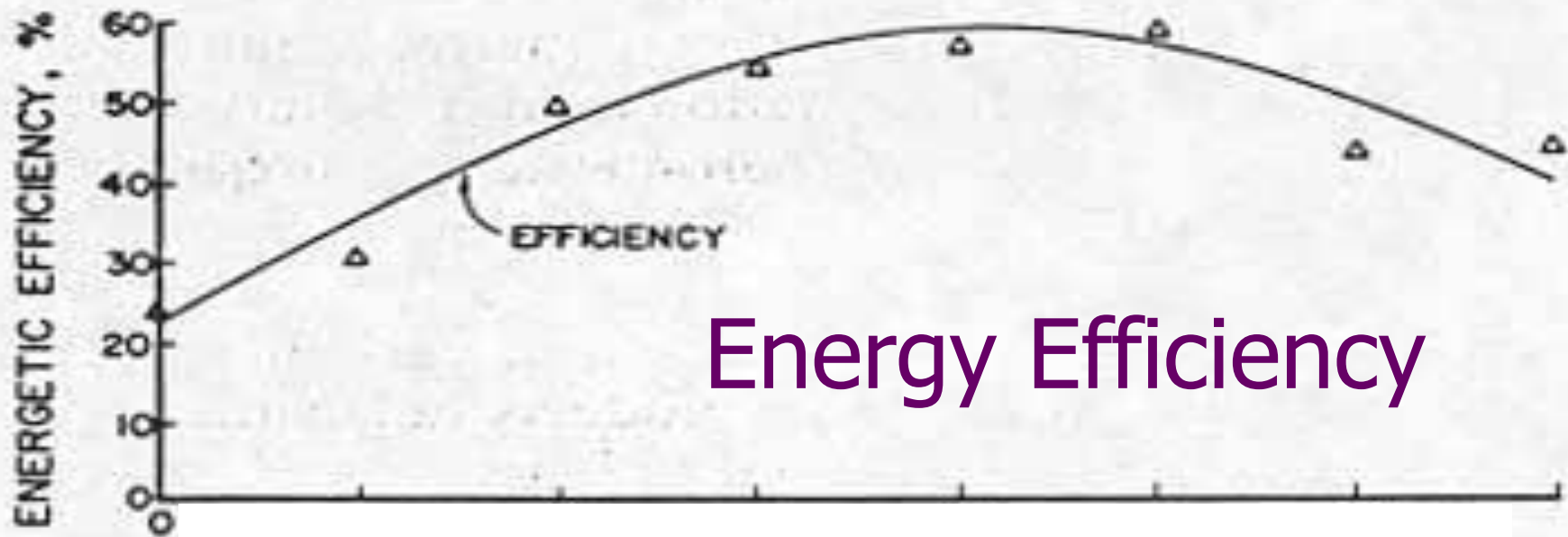
Temperature

Adapted from ASHRAE  
Fundamentals, 1999

# Impact of Temperature



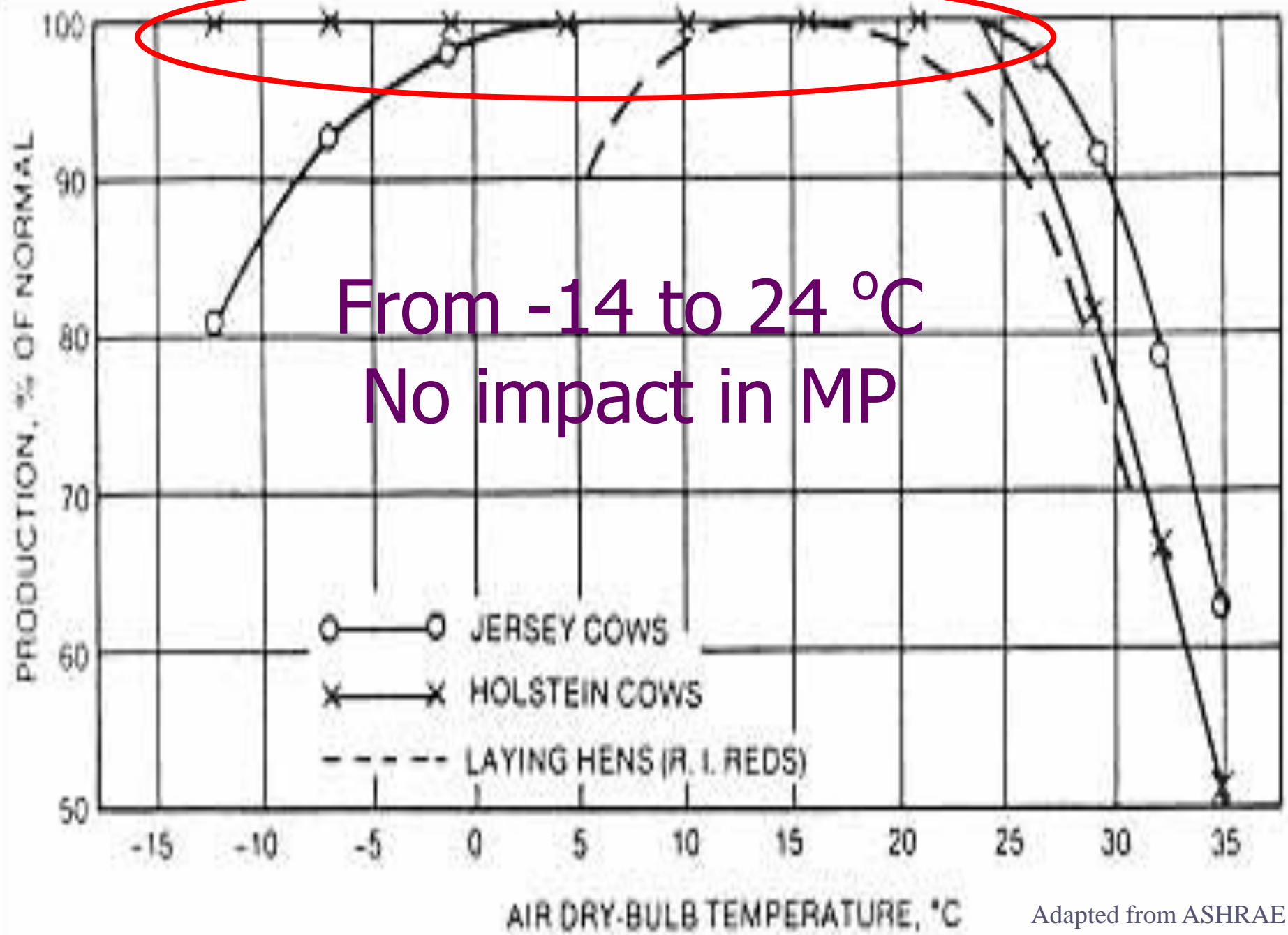
Growth rate



Energy Efficiency

Air temperature, °C

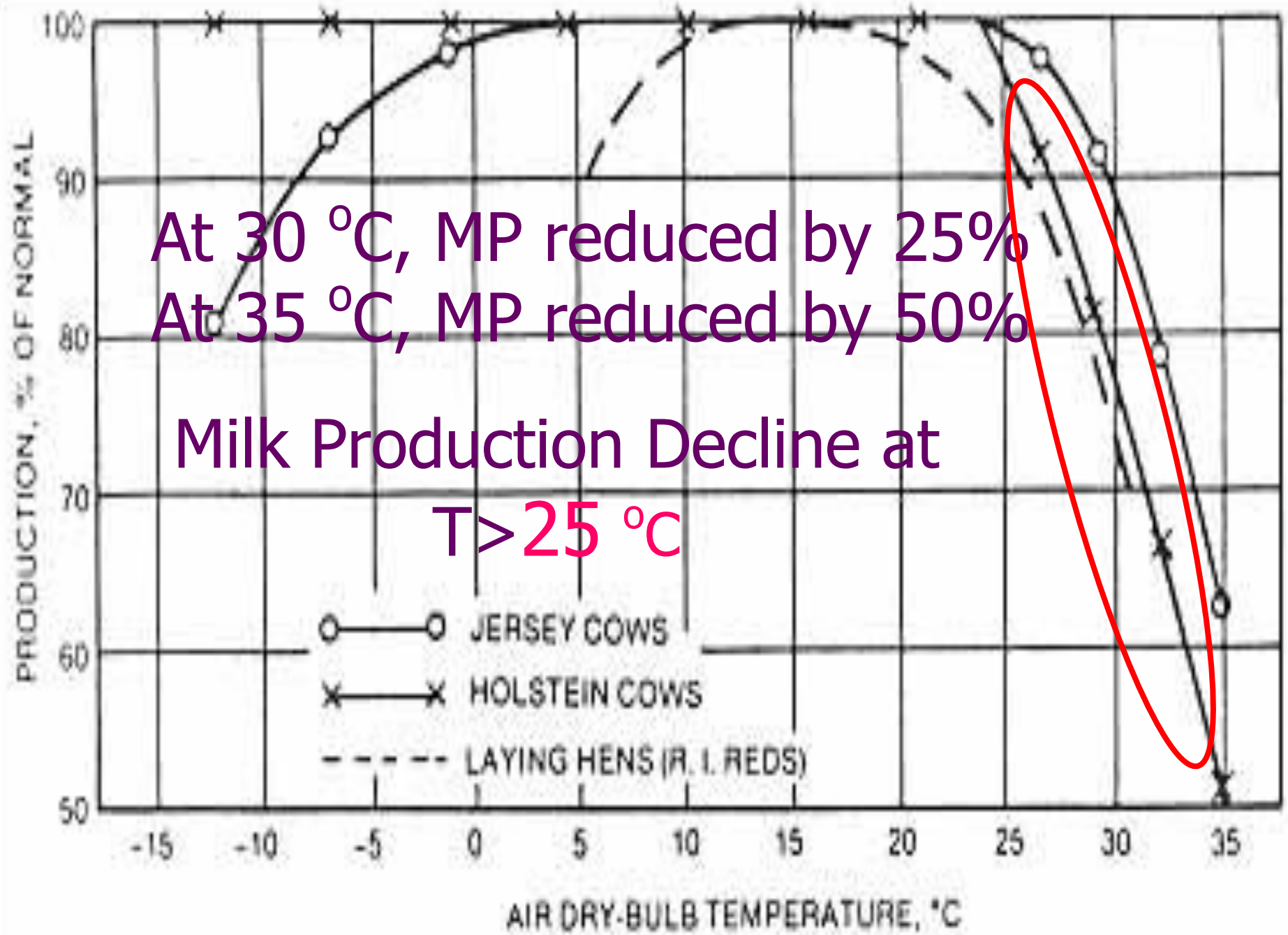
Adapted from ASHRAE  
Fundamentals, 1999



From -14 to 24 °C  
No impact in MP

At 30 °C, MP reduced by 25%  
At 35 °C, MP reduced by 50%

Milk Production Decline at  
 $T > 25\text{ }^{\circ}\text{C}$



# Known facts

- **Optimum Temperature zone**  
for mature Holstein cows: 10 – 20 °C  
for new born: 10 – 15 °C
- **Milk Production Decline at  $T > 25$  °C**
- **Temperature of Tainan, Taiwan**  
(based on 1981-1994 hourly weather data)
  - Probability of  $T \leq 15$  °C is 9.3%
  - Probability of  $T \leq 20$  °C is 27.68%
  - Probability of  $T > 25$  °C is 39.63%
  
  - Probability of  $T_{wb} \geq 25$  °C is 32.1%
  - Probability of  $T_{wb} \geq 26$  °C is 20.27%
  - Probability of  $T_{wb} \geq 27$  °C is 9.02%
  - Probability of  $T_{wb} \geq 28$  °C is 2.15%

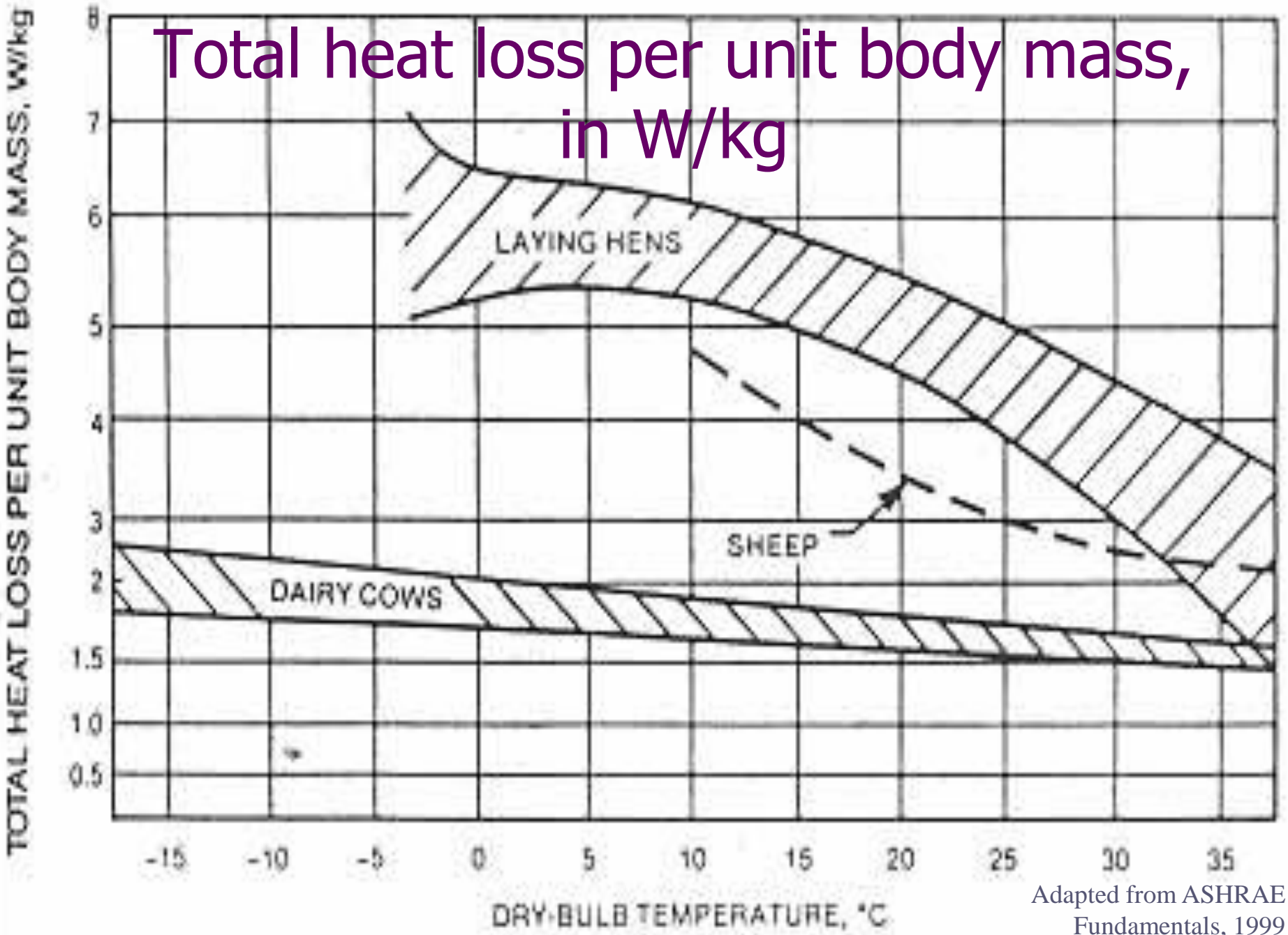


# Impact of Humidity

Tdb (°C)	RH (%)	Relative MP	
		Holstein Cow	Jersey Cow
24	38	100	100
24	76	96	99
34	46	63	68
34	80	41	56

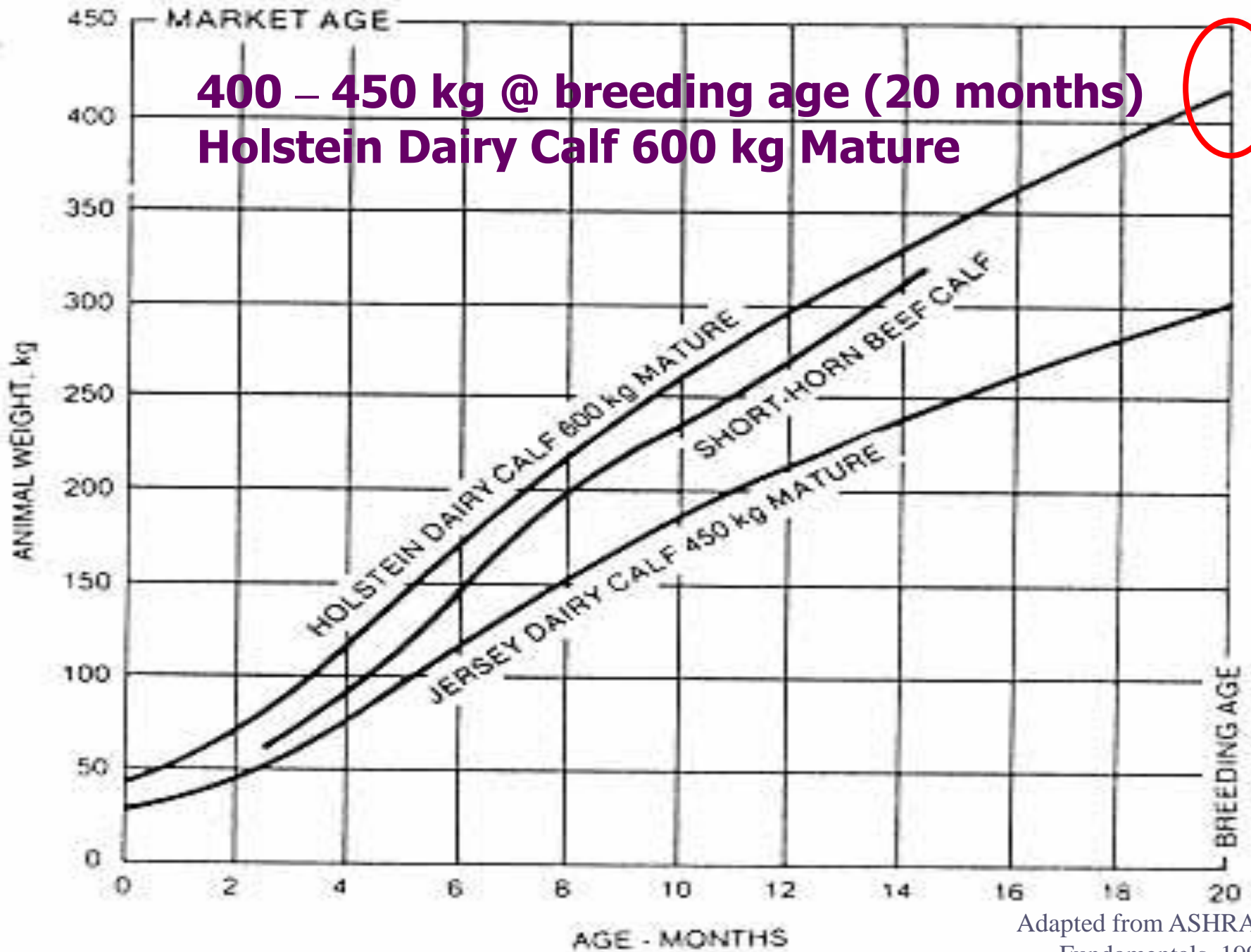
**At high T, impact of RH is severe.**

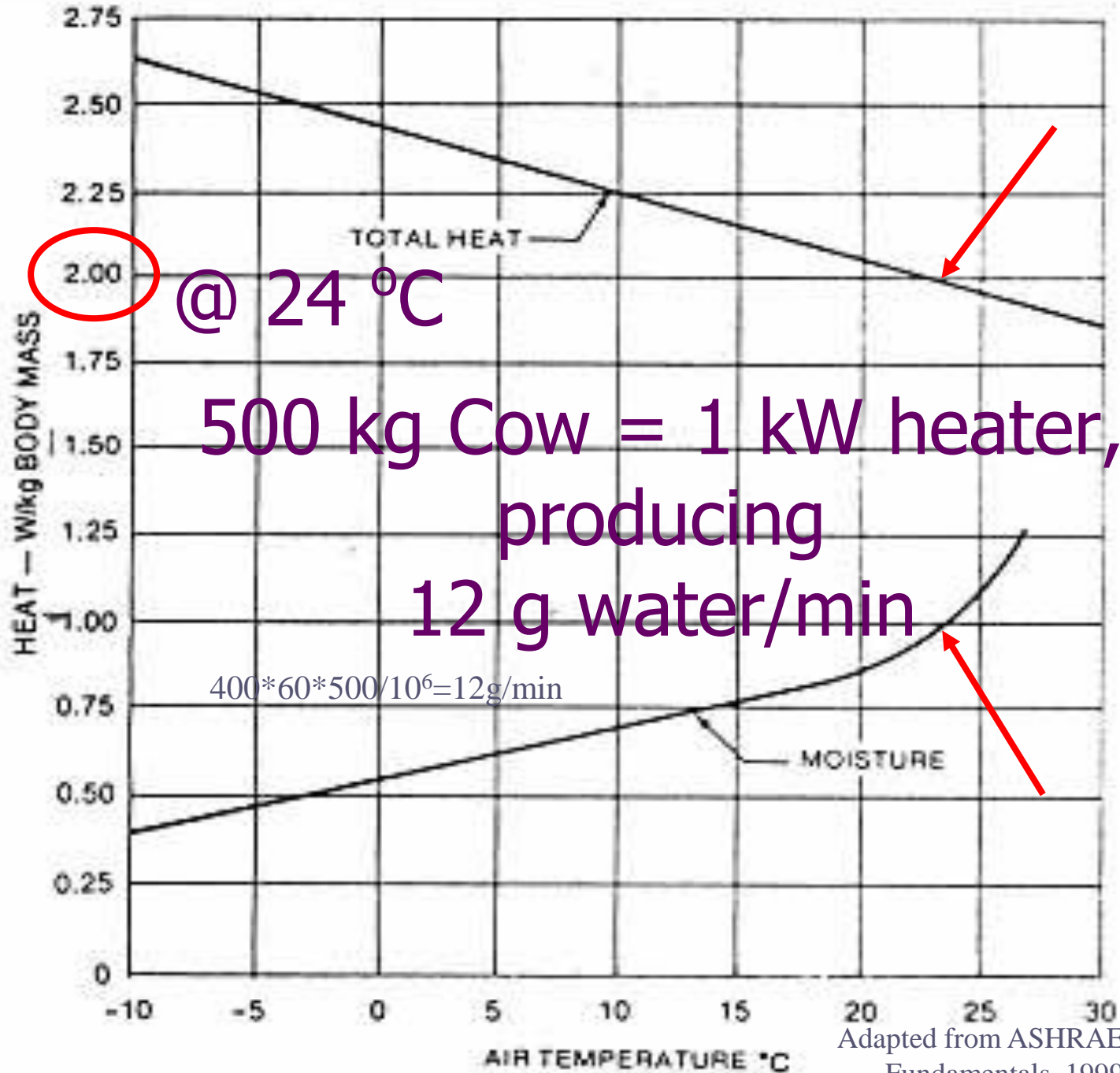
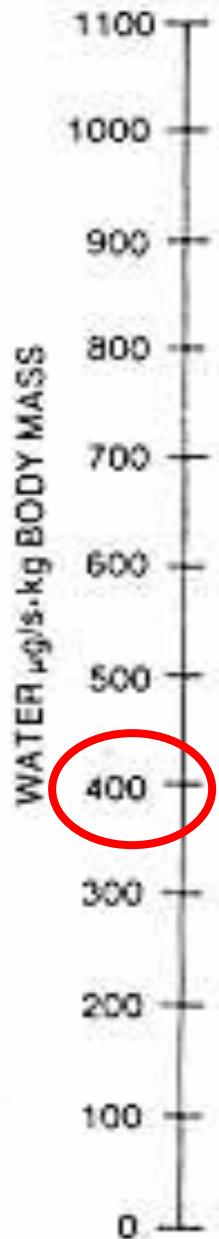
# Total heat loss per unit body mass, in W/kg



Adapted from ASHRAE Fundamentals, 1999

**400 – 450 kg @ breeding age (20 months)  
Holstein Dairy Calf 600 kg Mature**



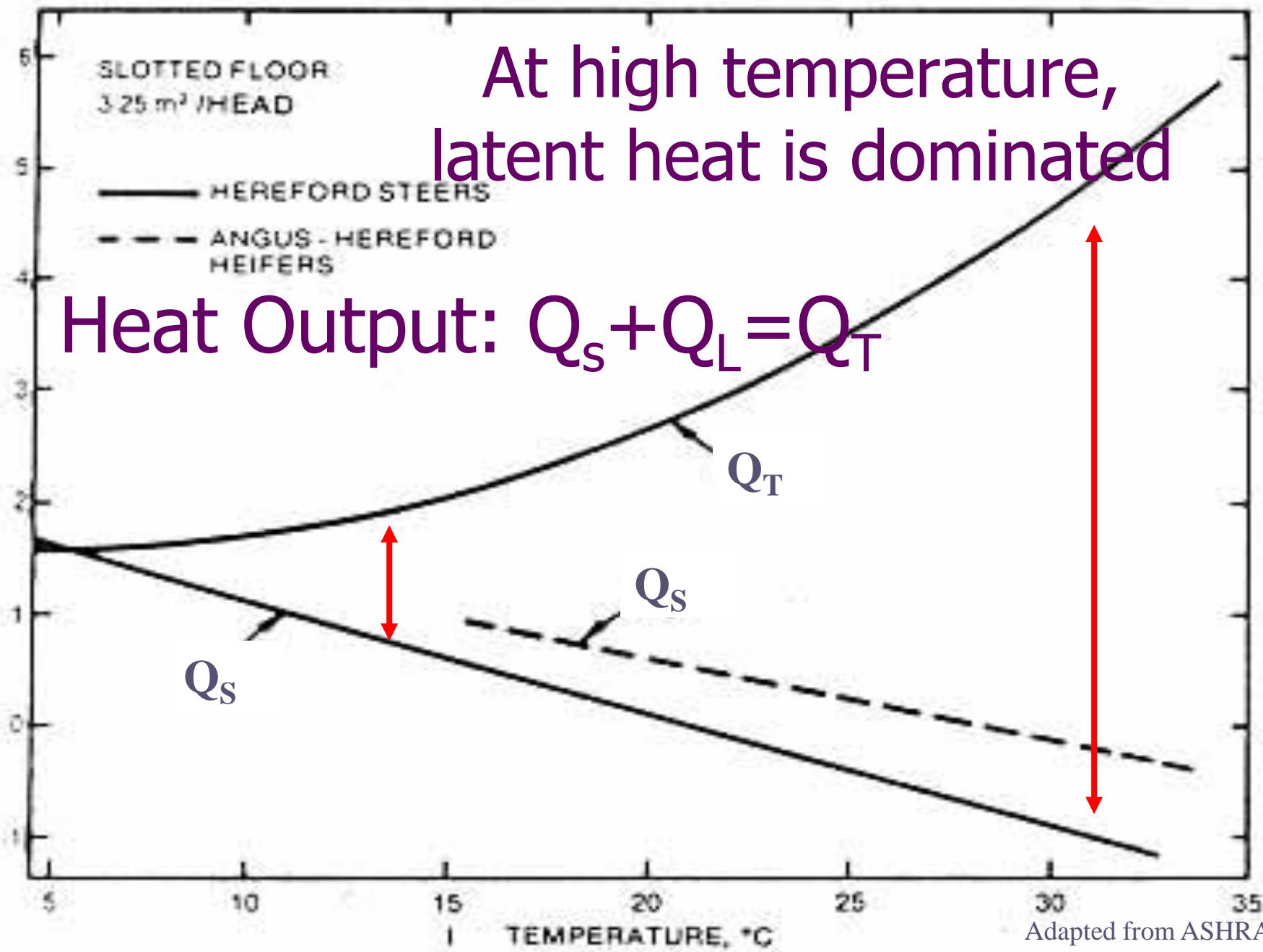


@ 24 °C

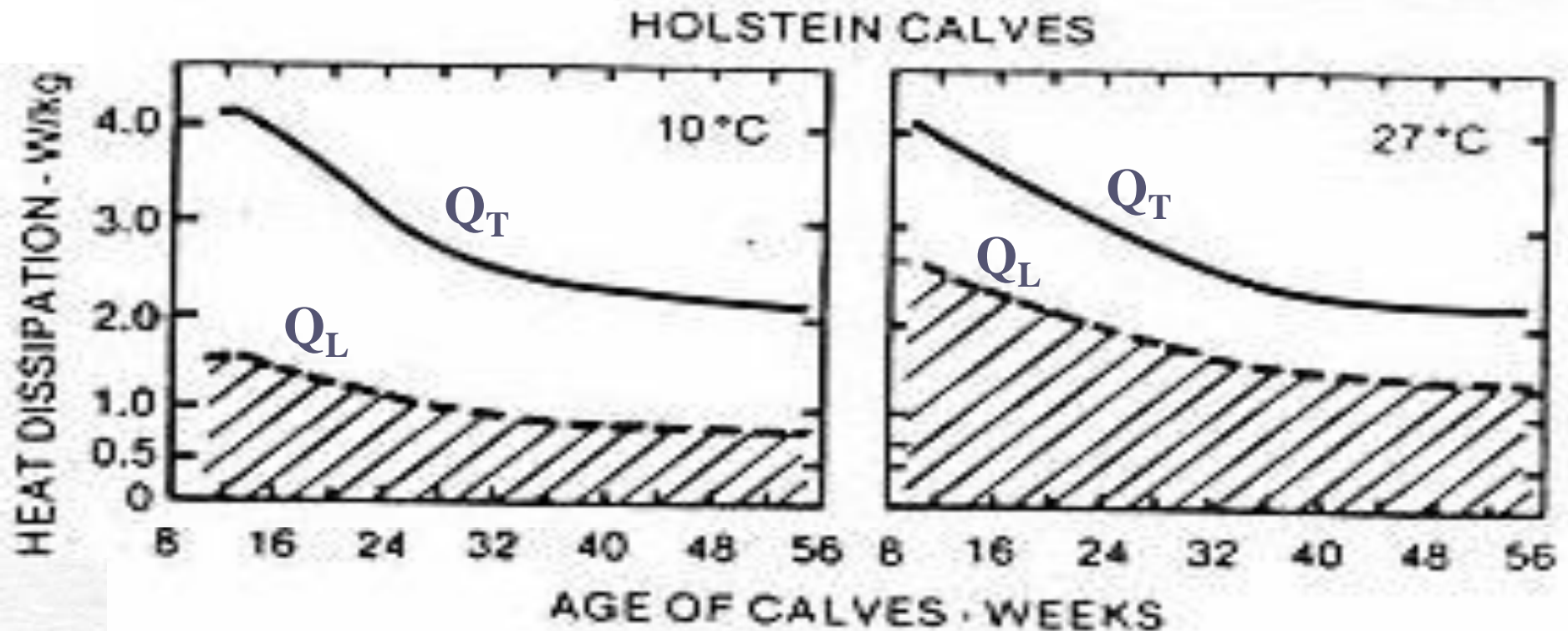
500 kg Cow = 1 kW heater,  
producing  
12 g water/min

At high temperature,  
latent heat is dominated

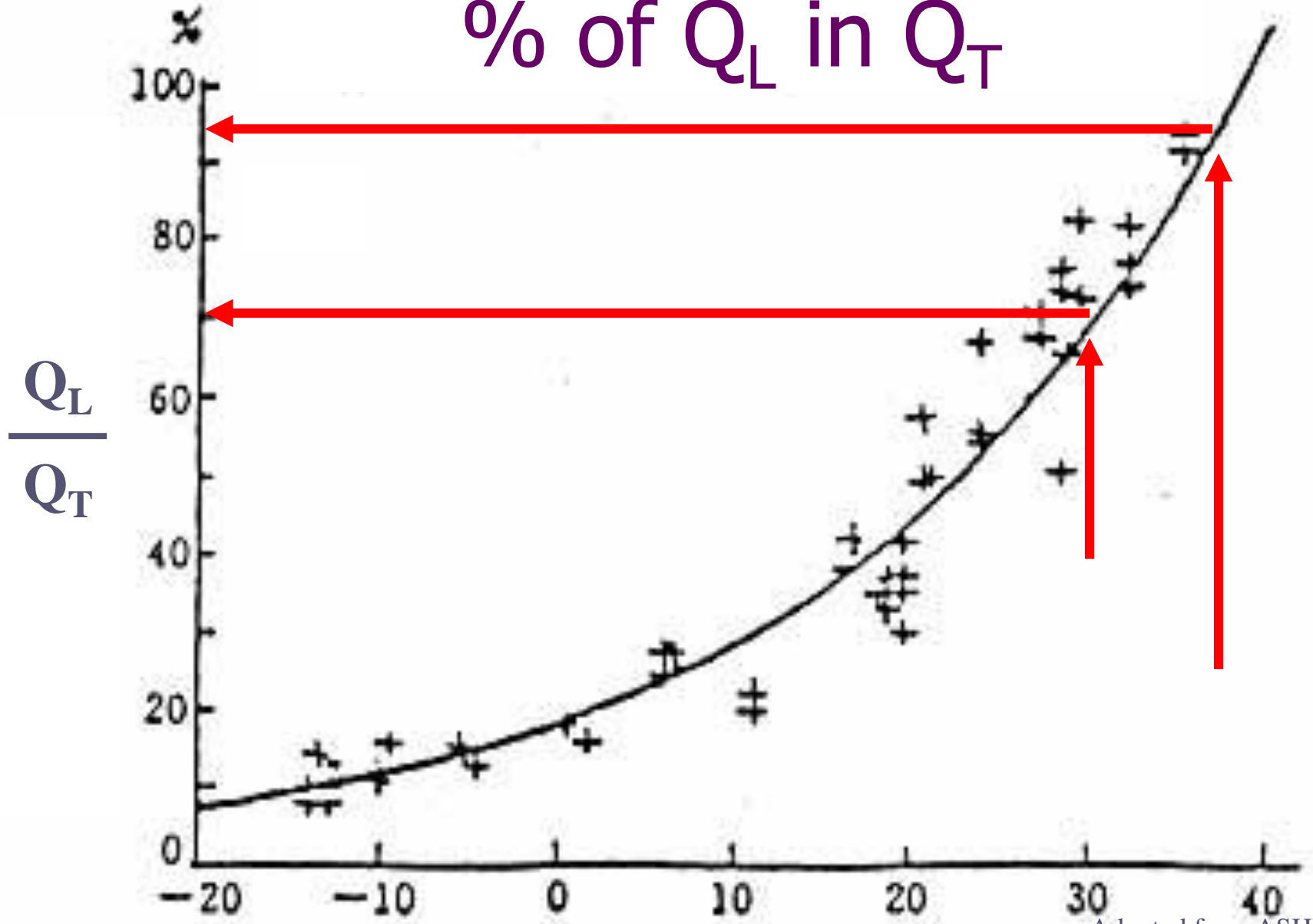
Heat Output:  $Q_s + Q_L = Q_T$



At high temperature, heat dissipation is dominated by latent heat

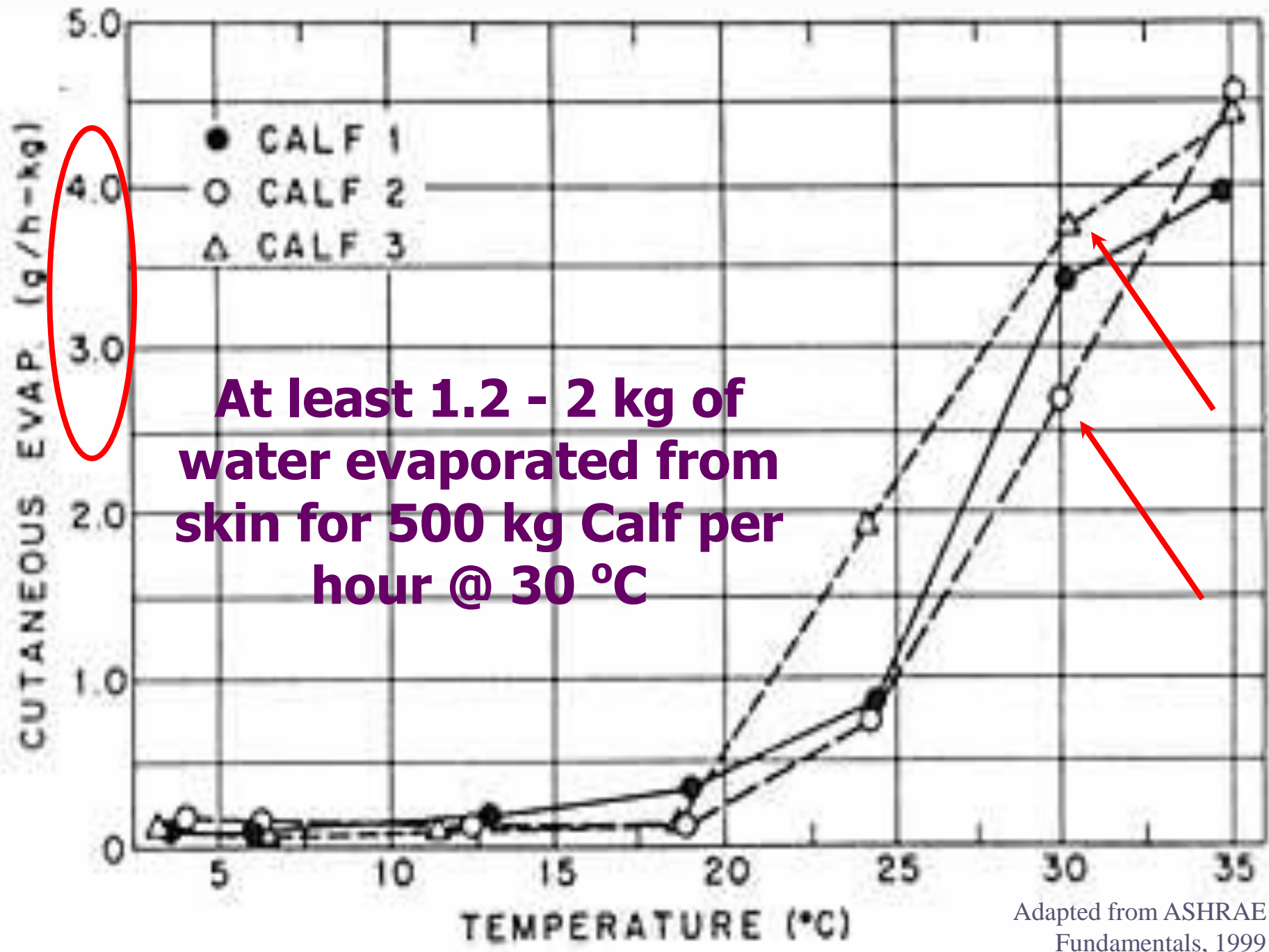


% of  $Q_L$  in  $Q_T$



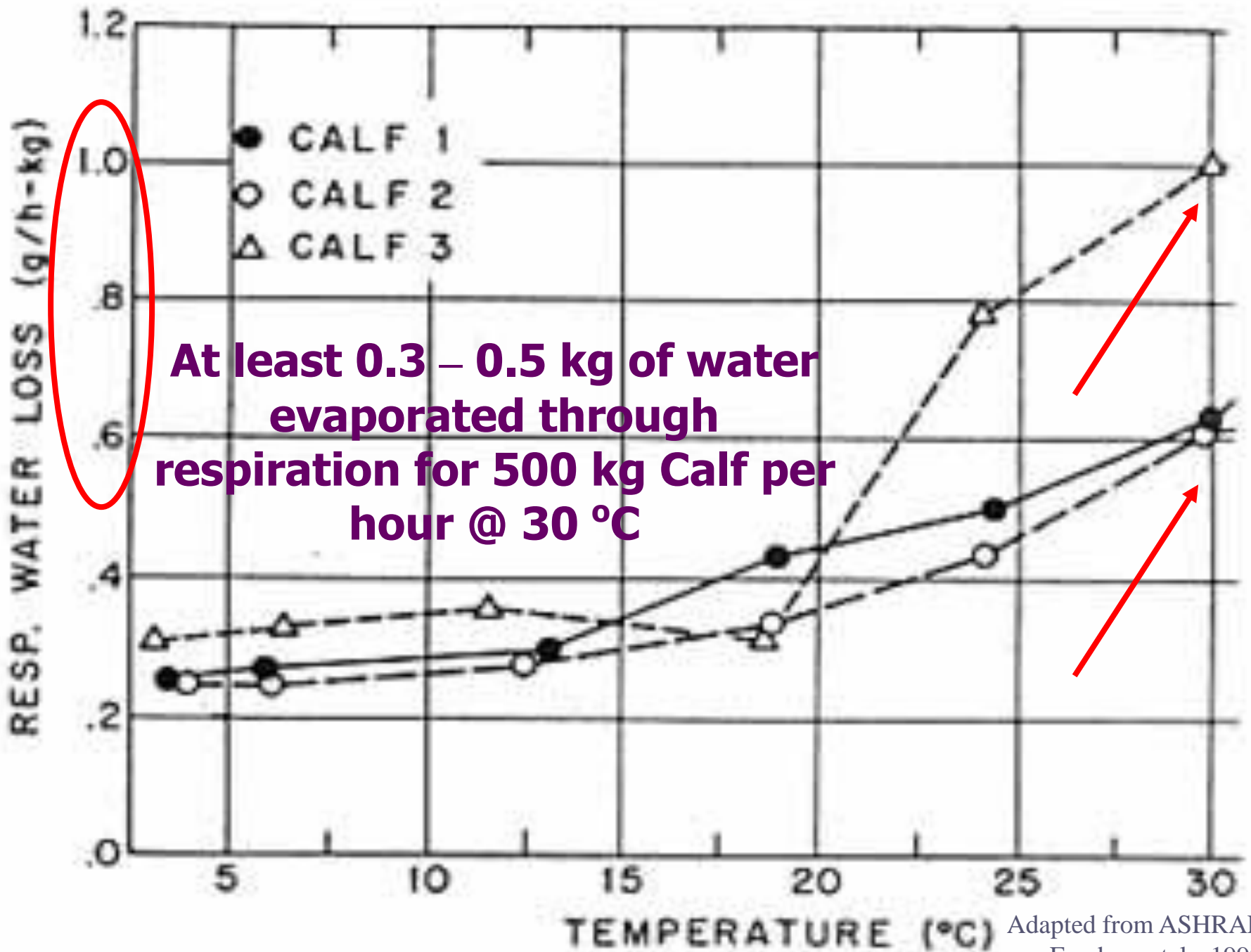
Air temperature, °C

Adapted from ASHRAE  
Fundamentals, 1999



**At least 1.2 - 2 kg of water evaporated from skin for 500 kg Calf per hour @ 30 °C**





# Short Summary

- $Q_T = 1$  kW for 500 kg cattle
- $Q_L/Q_T = 70\% - 100\%$  when  $T_{db} > 30^\circ\text{C}$
- Within  $Q_L$ , through respiration: 20-25%, others through skin.
- Evaporative cooling method should not increase the humidity of the environment around cattle (0 to 1.5 meters above ground).

# Temperature Humidity Index (THI)

Index combining **Temperature** and **Humidity**

$$\text{THI} = T \text{ (in } ^\circ\text{F)} - 0.55 * (100 - \text{RH}\%) / 100 * (T - 58) \quad \text{(English unit)}$$

$$\text{THI} = T_{\text{db}} \text{ (in } ^\circ\text{C)} + 0.36 * T_{\text{dp}} \text{ (in } ^\circ\text{C)} + 41.2 \quad \text{(Metric unit)}$$

<b>Tdb</b>	<b>RH%</b>	<b>Twb</b>	<b>Tdp</b>	<b>THI</b>
78.8 °F = 26 °C	45%	17.7 °C	13 °C	THI = 72.50 (Ingraham's eq.) THI = 71.88 (Armstrong's eq.)
104 °F = 40 °C	100%	40 °C	40 °C	THI = 104 (Ingraham's eq.) THI = 95.6 (Armstrong's eq.)

$$THI = f(T_{db}, RH)$$

Psytable

THI =  $f(T_{db}, RH) = T_{db} + 0.36 \times T_{dp} + 41.2$

Lower Limit Upper Limit Interval Units

Col.: Tdb 20 42 2 degree C

Row: RH 45 100 5 %

Patm: 101.325 kPa

Message

THI:  
Temperature Humidity Index  
(in degree C)

Twb WBD RH VPD VPD' Tdp1 Tdp2 THI1 T

List Clear Quit

THI1 Table

	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
45	63.94	66.59	69.23	71.88	74.53	77.18	79.84	82.49	85.14	87.8	90.46	93.11
50	64.49	67.15	69.8	72.46	75.12	77.79	80.45	83.11	85.78	88.44	91.11	93.77
55	65	67.66	70.33	73	75.67	78.34	81.01	83.69	86.36	89.03	91.71	94.38
60	65.47	68.14	70.82	73.49	76.17	78.85	81.53	84.21	86.9	89.58	92.26	94.94
65	65.9	68.59	71.27	73.96	76.64	79.33	82.02	84.71	87.4	90.09	92.77	95.46
70	66.31	69	71.69	74.39	77.08	79.78	82.4	85.17	87.86	90.56	93.26	95.95
75	66.7	69.4	72.09	74.79	77.49	80.2	82.9	85.6	88.3	91.01	93.71	96.41
80	67.06	69.77	72.47	75.18	77.88	80.59	83.3	86.01	88.72	91.43	94.13	96.84
85	67.41	70.12	72.83	75.54	78.25	80.97	83.68	86.4	89.11	91.82	94.54	97.25
90	67.74	70.45	73.17	75.89	78.61	81.32	84.04	86.76	89.48	92.2	94.92	97.64
95	68.05	70.77	73.49	76.22	78.94	81.66	84.39	87.11	89.84	92.56	95.29	98.01
100	68.35	71.07	73.8	76.53	79.26	81.99	84.72	87.44	90.16	92.88	95.6	98.32



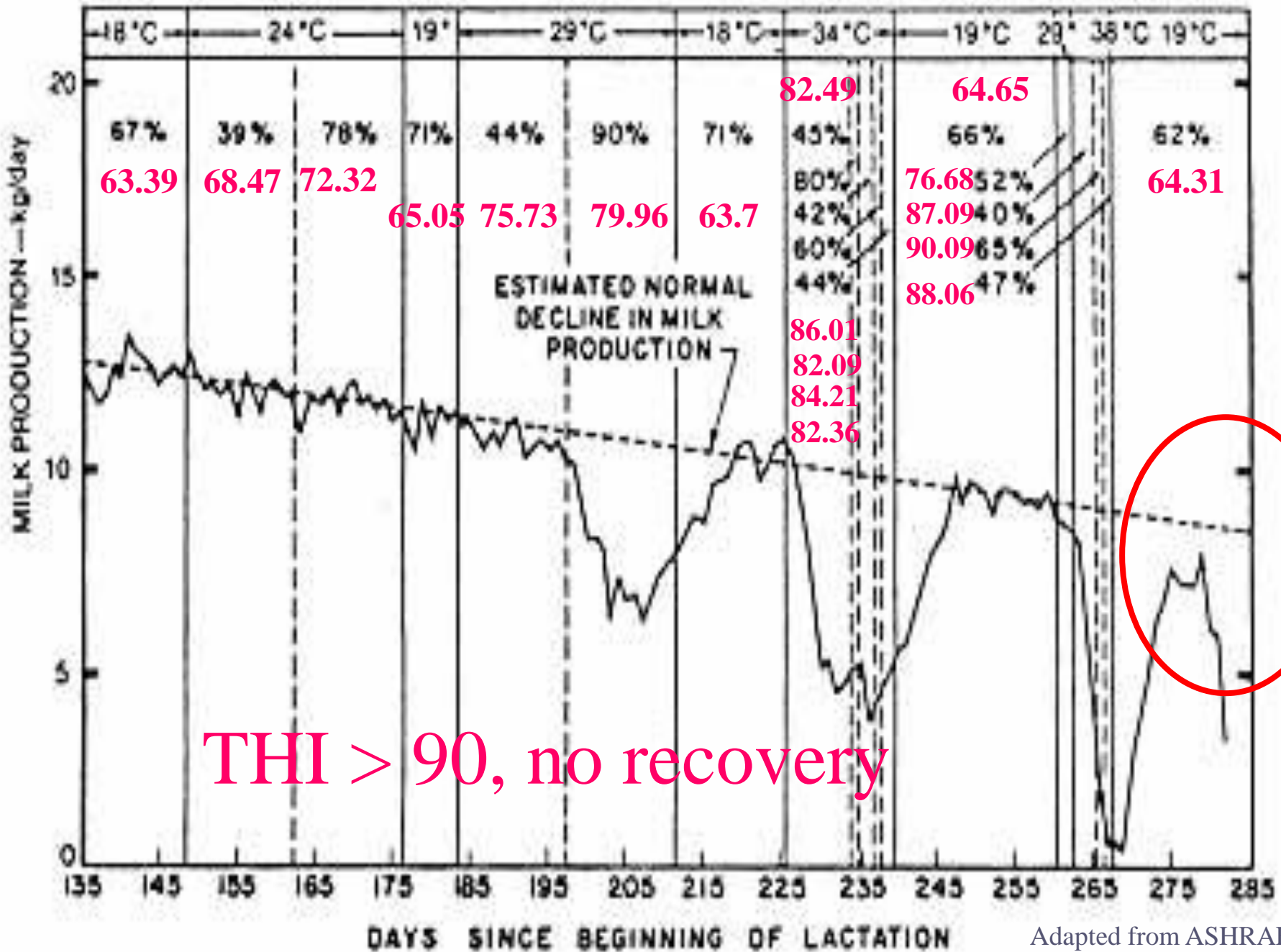
# Impact of Humidity

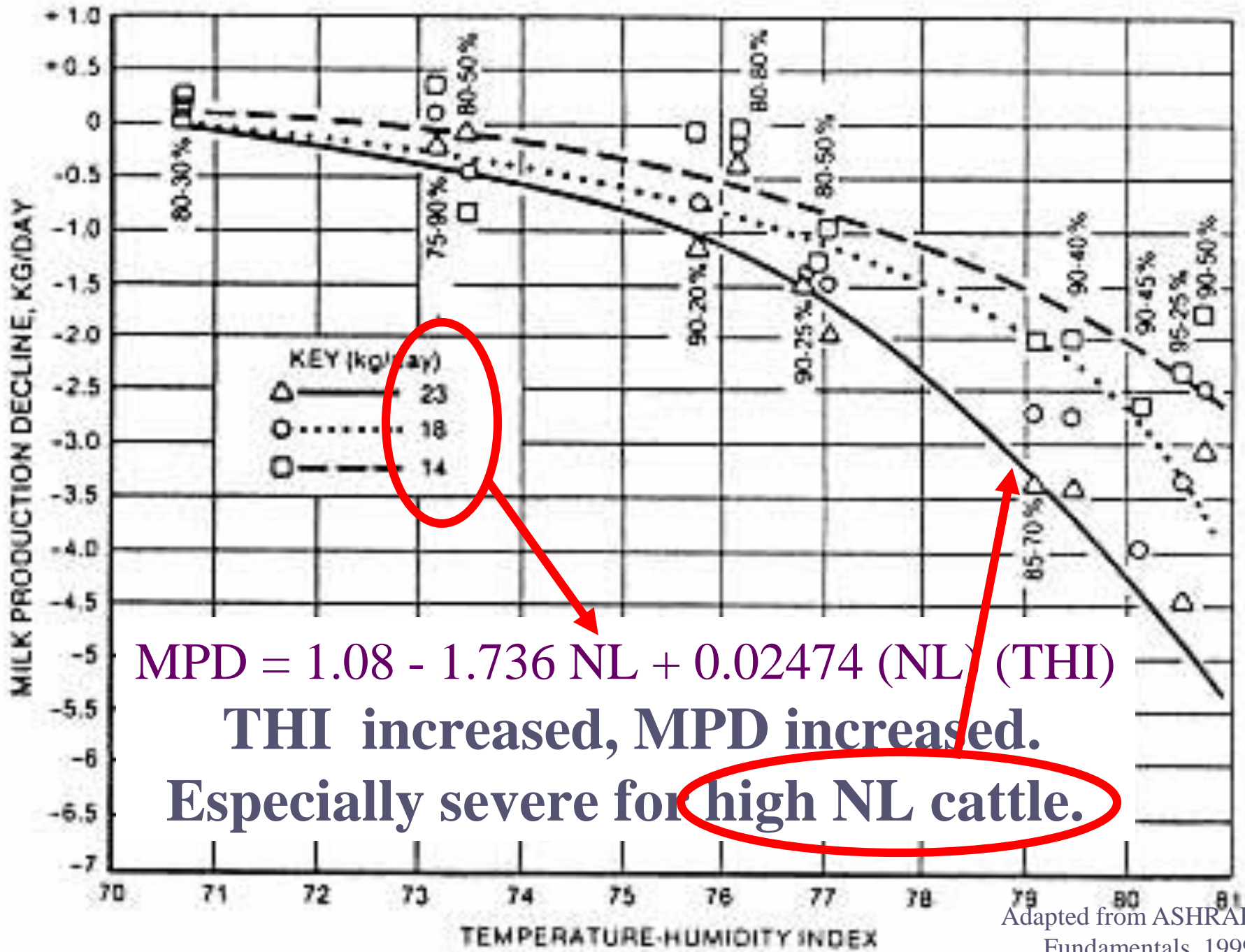
THI

Relative MP

Tdb (°C)	RH (%)	THI	Holstein Cow	Jersey Cow
24	38	68.33	100%	100%
24	76	72.17	96	99
34	46	82.62	63	68
34	80	86.01	41	56

**THI = 70, MPD occurred , THI > 80, severe MPD  
MPD is not linear depend with THI.**





$$MPD = 1.08 - 1.736 NL + 0.02474 (NL) (THI)$$
 THI increased, MPD increased.  
 Especially severe for high NL cattle.



# Milk Production=f(HD74, HA80S)

$$MP = 21.48 - 0.051 * HD74 - 0.0099 * HA80S$$

where ,

- MP: Milk production (in kg/day/cow)
- 21.48: daily production (in kg) per cow in normal weather condition
- HD74: total hrs of THI > 74 for previous 4 days
- HA80S: square of total hrs of THI > 80 for previous day

Linville and Pardue (1992)

# Impact of Wind Velocity

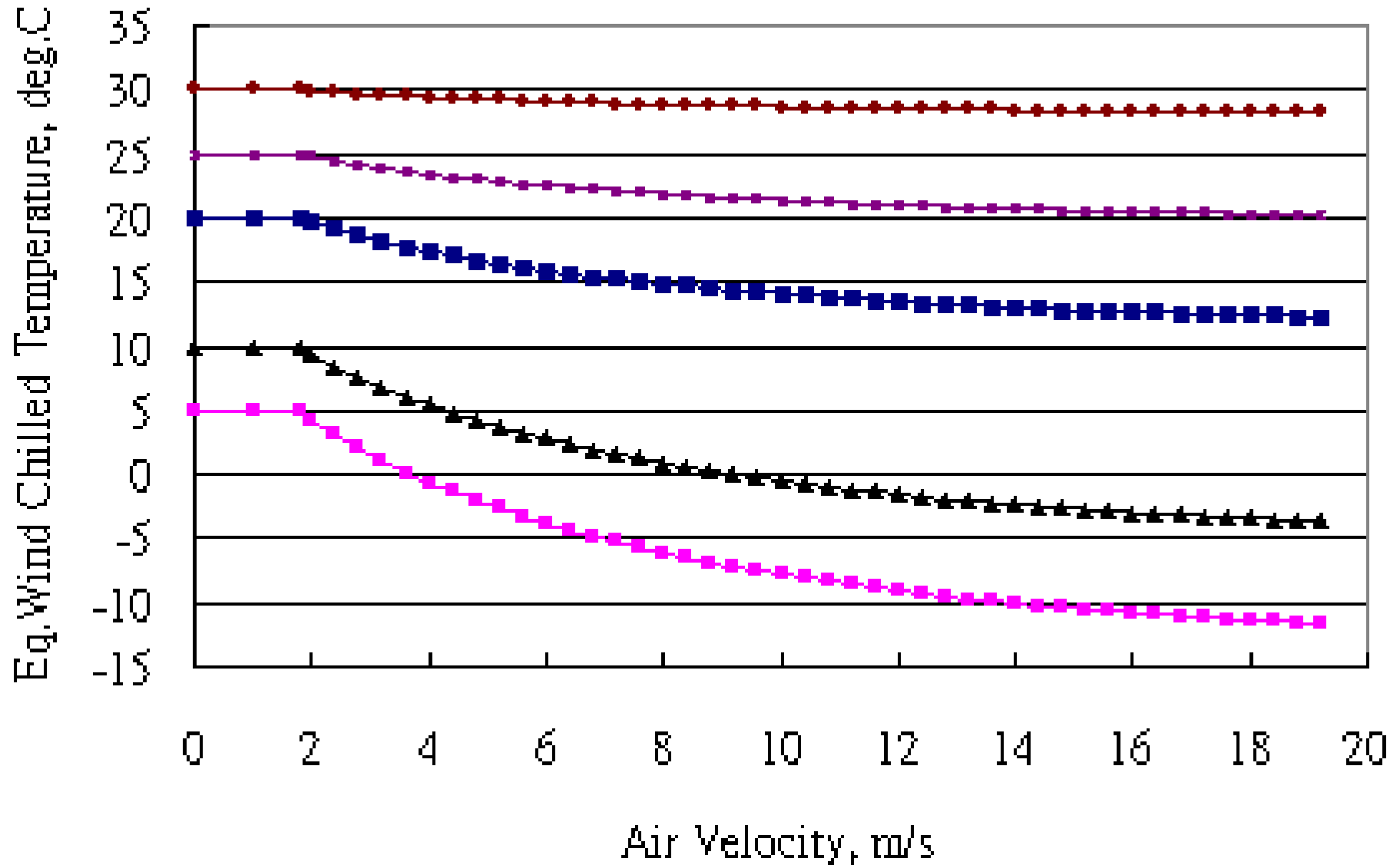
Wind Velocity	10 °C	26.7 °C	35 °C
0.18 m/s	rMP =100% (Teq,wc=10)	rMP =85% (Teq,wc=26.7)	rMP =63% (Teq,wc=35)
2.44 m/s	100% (8.3)	95% (26.2)	79%
4.02 m/s	100% (5.3)	95% (25.4)	79%

$$\text{Wind Chill Index} = (10.45 + 10 * V^{0.5} - V) * (33 - T_a)$$

$$T_{eq,wc} = -0.04544 * WCI + 33 \quad \text{for } 19.4 \text{ m/s} > V > 1.8 \text{ m/s}$$

$$T_{eq,wc} = T_a \quad \text{for } V \leq 1.8 \text{ m/s}$$

# Equilibrium Wind Chilled Temperature



# 體感溫度 - 雞

$$T_{\text{wind index}} = 0.451 T_{\text{air}} - 0.456 \ln(V_{\text{air}}) T_{\text{air}} + 6.832 \ln(V_{\text{air}}) + 8.225$$

$T_{\text{wind index}}$

:

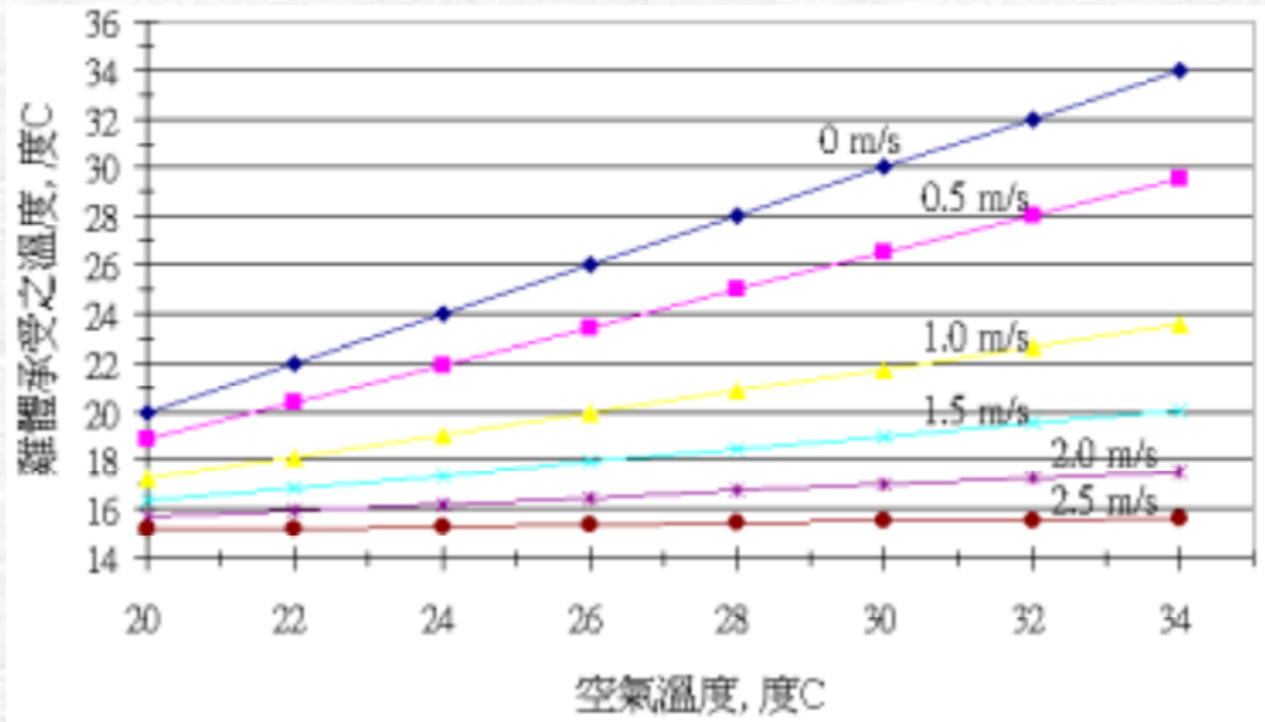
$T_{\text{air}}$

$V_{\text{air}}$

雞體所感受到的溫度，又稱風冷溫度

空氣溫度

雞隻所感受到的風速



# ANTARCTICA

TICKETS				
 <b>EMPEROR PASS</b> \$48 <small>ADULT</small>	 <b>ADELIE PASS</b> \$46 <small>JUNIOR OR STUDENT</small>	 <b>LITTLE BLUE PASS</b> \$36 <small>CHILD 2 - 10 YEARS UNDER 5 FREE</small>	 <b>ROOKERY PASS</b> \$145 <small>2 ADULTS &amp; UP OR 1 ADULT &amp; UP TO 10 YEARS</small>	<b>Optional Extras</b>  <b>PENGUIN BACKSTAGE PASS</b> \$20 <small>ADULT</small> \$15 <small>CHILD 5 - 10 YEARS</small> <small>Your exclusive and personal "Behind the Scenes" tour of the ICJ Penguin Enclosure</small>
<small>All day passes with unlimited entry and rides</small>				
				 <b>GUIDE</b> \$6 <small>Includes tour narrated by Dr. Edmund Byrne</small>

## ENTRANCE

Next return in 45:17 minutes



**Get Closer!**

The Penguin Exchange! You get you get closer and personal with the world's smallest penguin.

3 Tours daily at 11am, 2pm & 3pm

Reservations should be made from 10am to 10pm



**TICKETS**



Room Temperature

-8 °C 17.6 °F

Wind Speed

42 kph 26.1 mph

11.67 m/s

Wind Chill

-18.3 °C -0.9 °F

V	Ta	WCI	Teq
11.67	-8	1350.597	-28.37



Warm water inside



# The Equilibrium Wind Chilled Temperature equation

- ☞ does **not** imply **cooling** to below ambient temperature,
- ☞ but recognizes that, because of **wind**, the **cooling rate** is increased as though it were occurring at the **lower** equilibrium wind chilled temperature under **calm** wind situation.



# Impact of Radiation

Radiation		Relative MP		
Cal/cm <sup>2</sup> /min	W/m <sup>2</sup>	7.2 °C	21.1 °C	26.7 °C
0.2	140	100%	100%	92%
0.42	294	100	93	77
0.6	420	100	90	69
0.84	588	100	88	57

# Black globe temperature (BGT)

- ☞ Index combining **Temperature, Radiation** and **Wind** but **no Humidity**.
- ☞ Used in studying the effects of **shading** and/or **ventilation**.
- ☞ Effects of forced ventilation on dairy cattle by Berman (1985).
  - BGT  $\leq 25$ , forced ventilation has no effect on reducing body temperature (BT) and rectal temperature (RT).
  - At  $T_{db} > 36$ , the increase of RT is in direct proportion to the increase of BGT. With forced ventilation, the rate of rectal temperature increment can be reduced by half.

# Wet bulb globe temperature (WBGT)

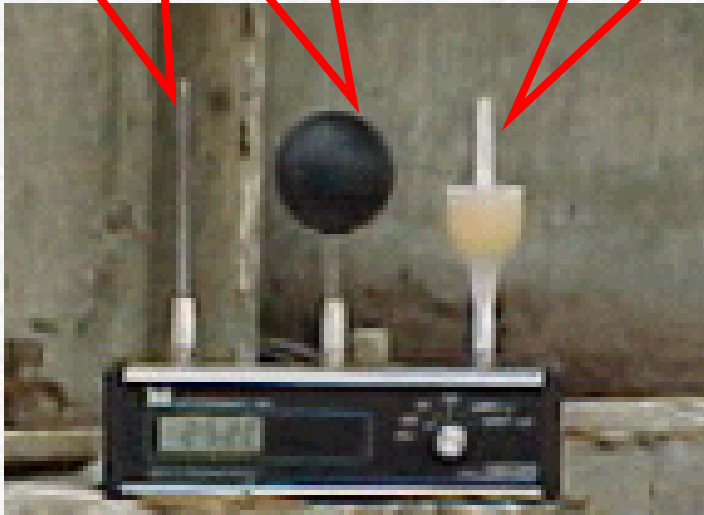
$$\text{WBGT}_{\text{indoor}} = 0.7 * T_{\text{nv,wb}} + 0.3 * \text{BGT}$$

$$\text{WBGT}_{\text{outdoor}} = 0.7 * T_{\text{nv,wb}} + 0.2 * \text{BGT} + 0.1 * T_{\text{db}}$$

Tdb

BGT

Tnv,wb



Heat Stress Monitor

Determined by **Heat Stress Division** of U.S. Navy at the Naval Medical research institute in the study of suggested length of “stay-time” for an individual performing various tasks, under various **physiological heat exposure limits (PHEL)**

# 大綱

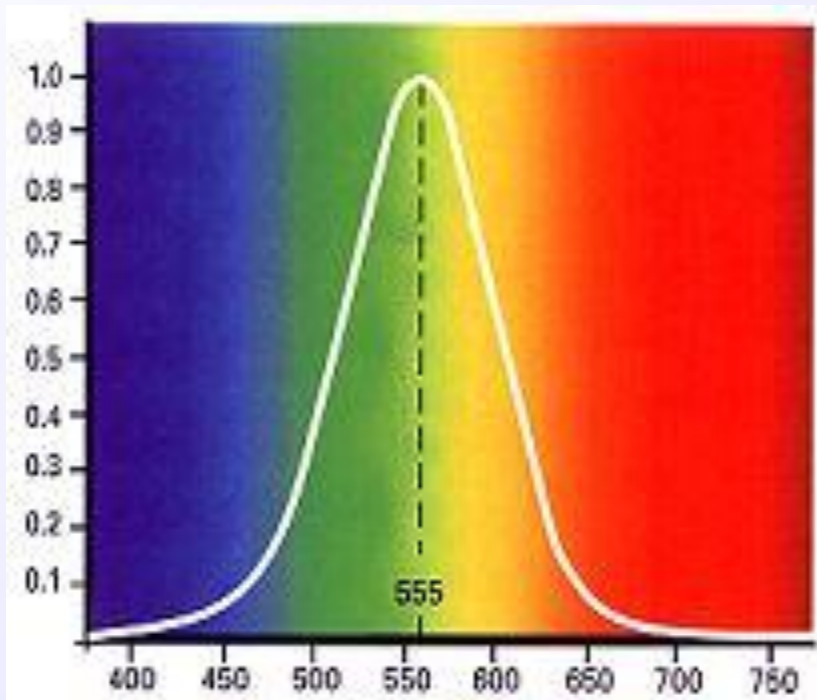
環境因子對動物  
生理之影響

光照應用於動物

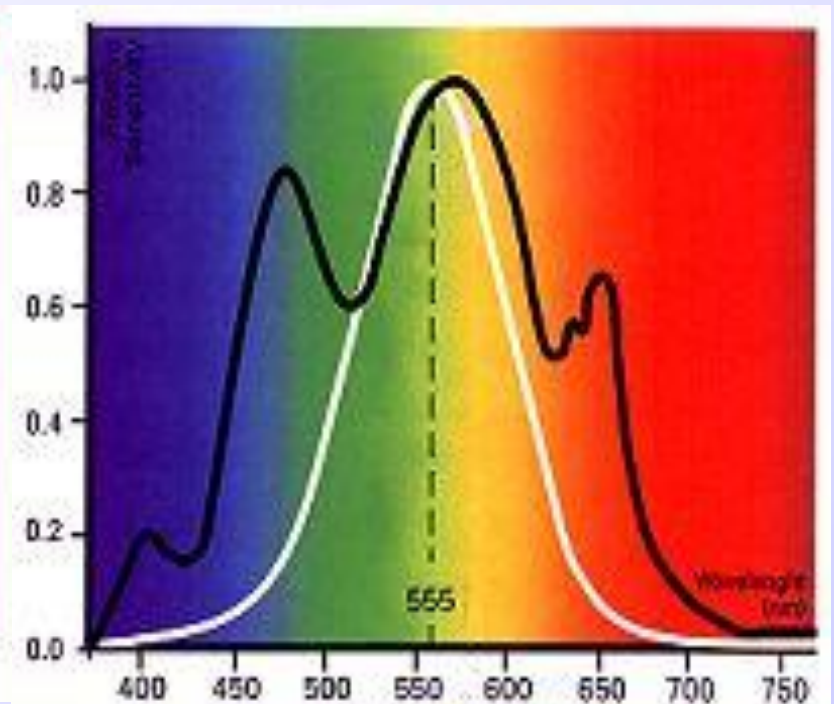
光照應用於捕抓  
昆蟲與水下生物

雞：肉雞、蛋雞  
牛、羊：產乳、生長  
鹿：鹿茸  
蟲、魚（花枝）：捕抓

# 人與雞對光的敏感度不同



人眼的敏感度曲線



雞眼的敏感度曲線

# 藍/綠光與肉雞生長



藍/綠光



藍光

綠光與藍光之LED燈泡，皆能促進白肉雞之生長，但綠光所造成的刺激是在生長前期，而藍光卻是在稍後的階段。白肉雞於孵化後，應是先照射LED綠光燈泡約10天，再接受藍光之照射。

# 綠光 雞肉雞 雞胸肉

- 綠光的效果主要是在肌肉衛星細胞的增生與轉變。雞雞於孵化後，位於肌肉中肌纖維（也就是肌細胞）的數目已確定下來，不會再增加，只會變大，除非肌肉細胞受損或其他因素，致使肌肉的衛星細胞被致活，轉變成肌纖維，才會增加肌纖維。
- 雞雞照射綠光後，每公克肌肉之衛星細胞的數目增加，而且衛星細胞上對生長激素之受納器之基因表達增加。
- 飼養於綠光下雞隻的胸肉也較重，換言之，綠光也有促進衛星細胞增生與轉變成肌纖維之效果。

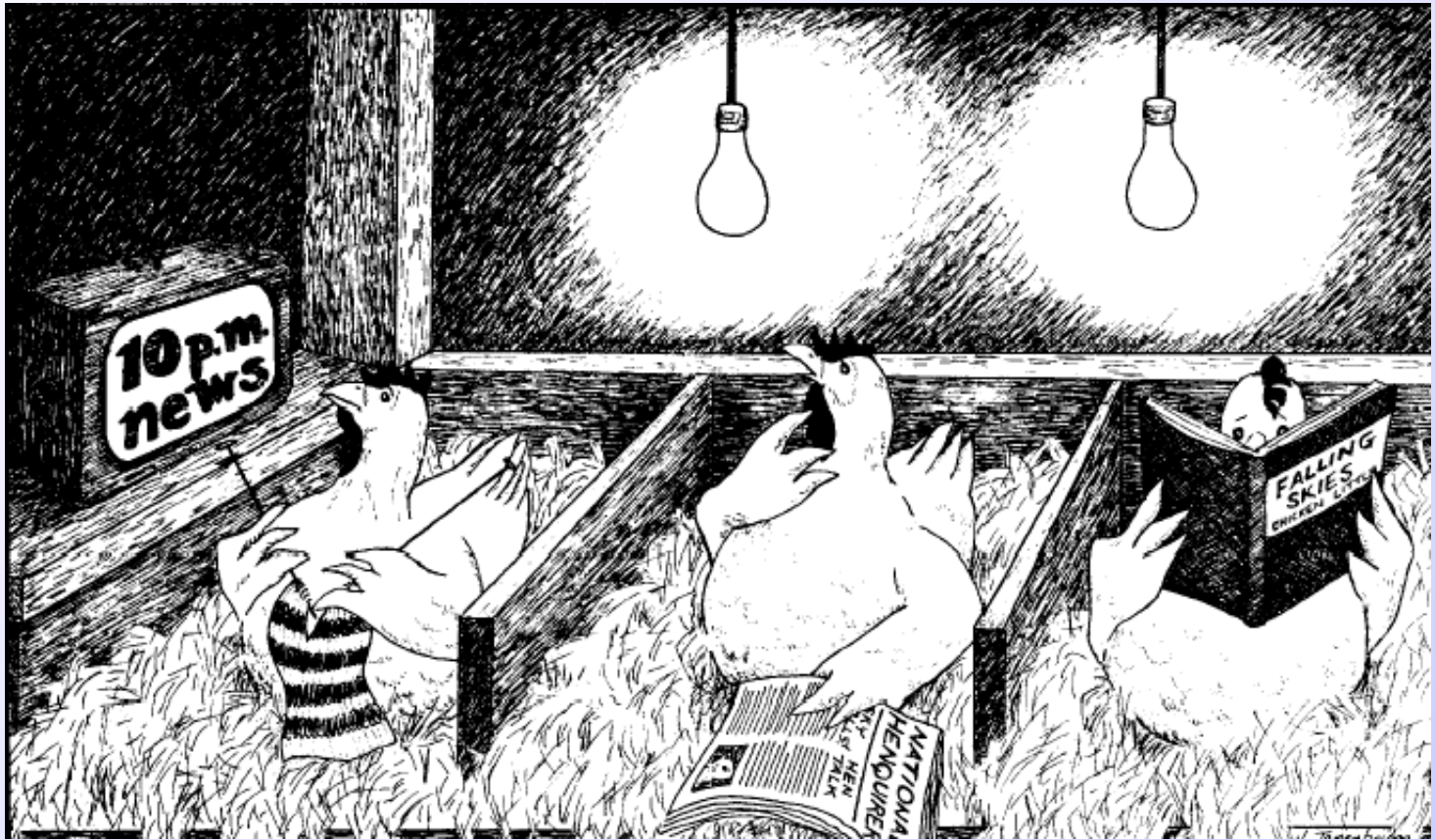


## 藍光 vs. 雄性白肉雞

- 藍光能刺激生長中雄性白肉雞雄性素之分泌，
- 雄性素早已被證明能增加蛋白質的合成，
- 達到促進蛋白質蓄積的效果。



# 日長漸減的季節需補光



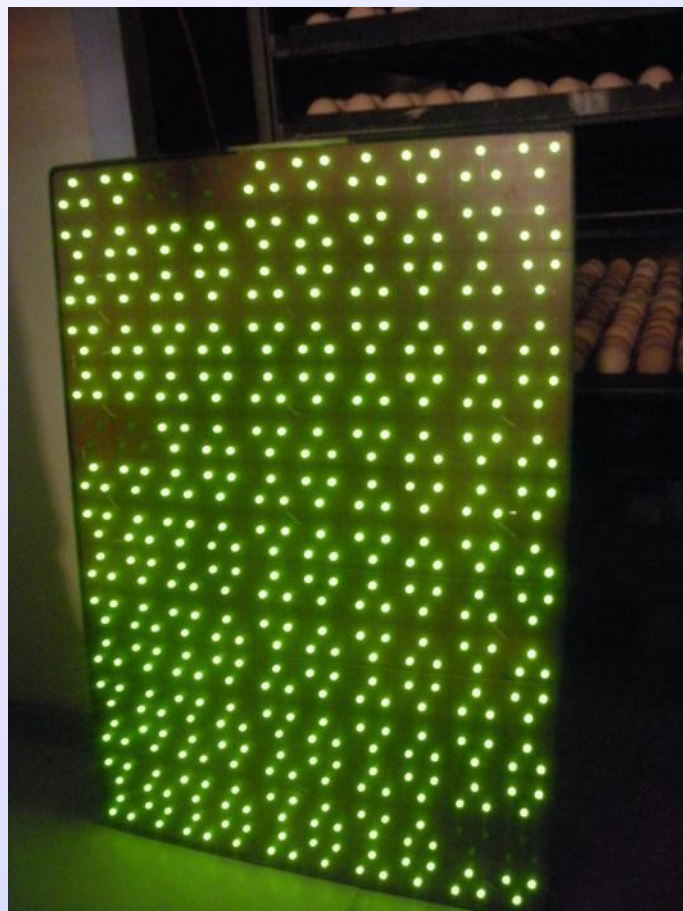
# 紅光與蛋雞生長



# 紅光LED 放入耳內可催情

- Dr. Israel Rozenboim 設計了一組小裝置，連結了紅色LED燈泡、定時器與電池，塞入鴝鳥的兩隻耳朵中，結果讓正處於乏情期的母鴝鳥，產生了誘使公鴝鳥配種的繁殖行為，其催情效果比起使用紅色鎢絲燈泡或紅色螢光燈管之結果，要好太多了。火雞有相同效果。
- 長660 nm紅色光源，不僅可以刺激雌禽下視丘的GnRH（激性腺素刺激素）、腦下垂體的FSH（激濾泡素）、LH（排卵素）之mRNA的表現，以及與排卵相關相關內泌素如動情素、助孕素於血漿中之濃度，也抑制了與籟抱相關、位於腦下垂體的泌乳素之mRNA的表現。

# 綠光用於雞蛋孵化



綠光可刺激雞胚衛星細胞數目的增加，  
對孵化後雛雞的生長有促進的效果。

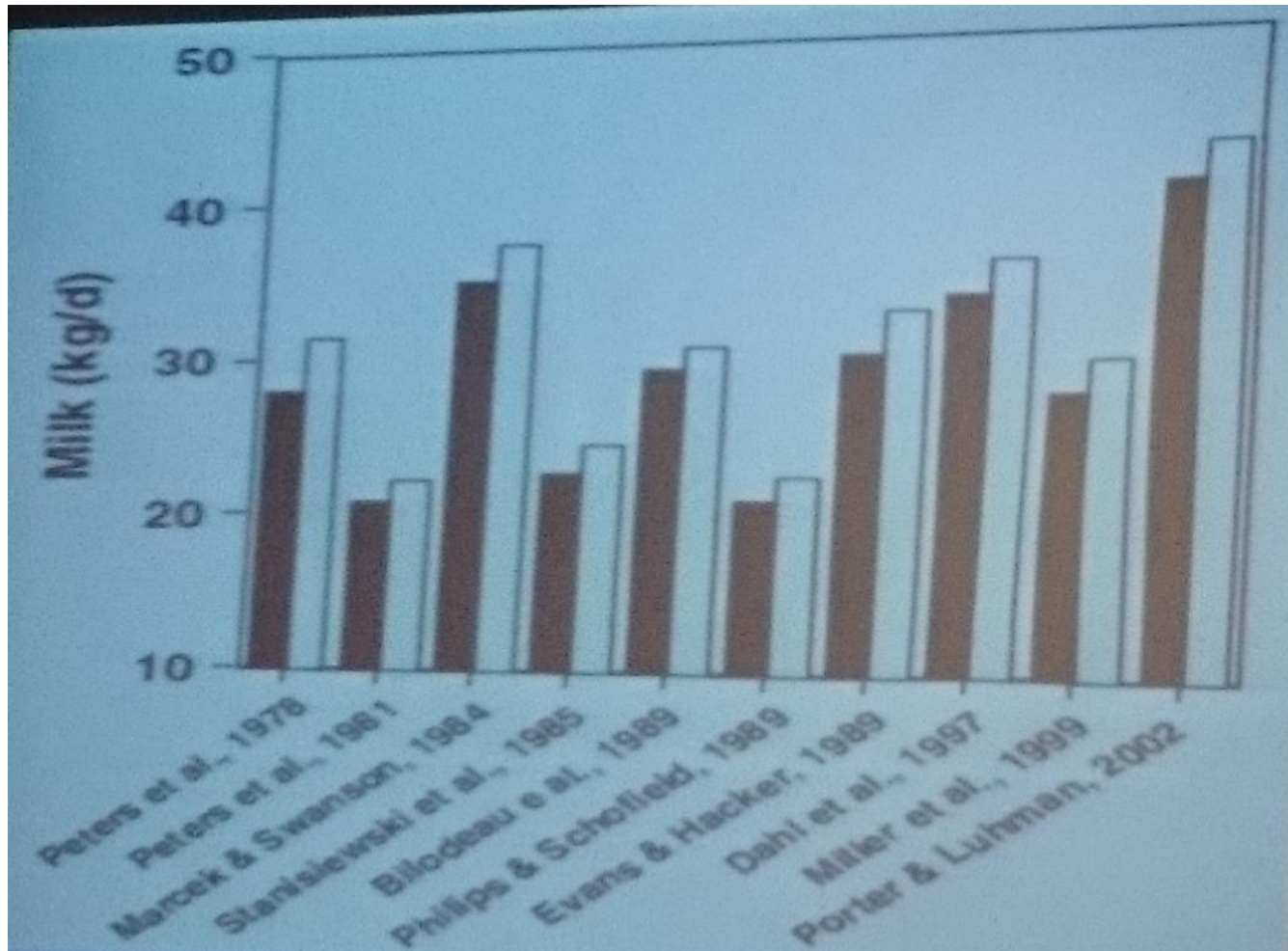
照片提供 周楚洋



# 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。

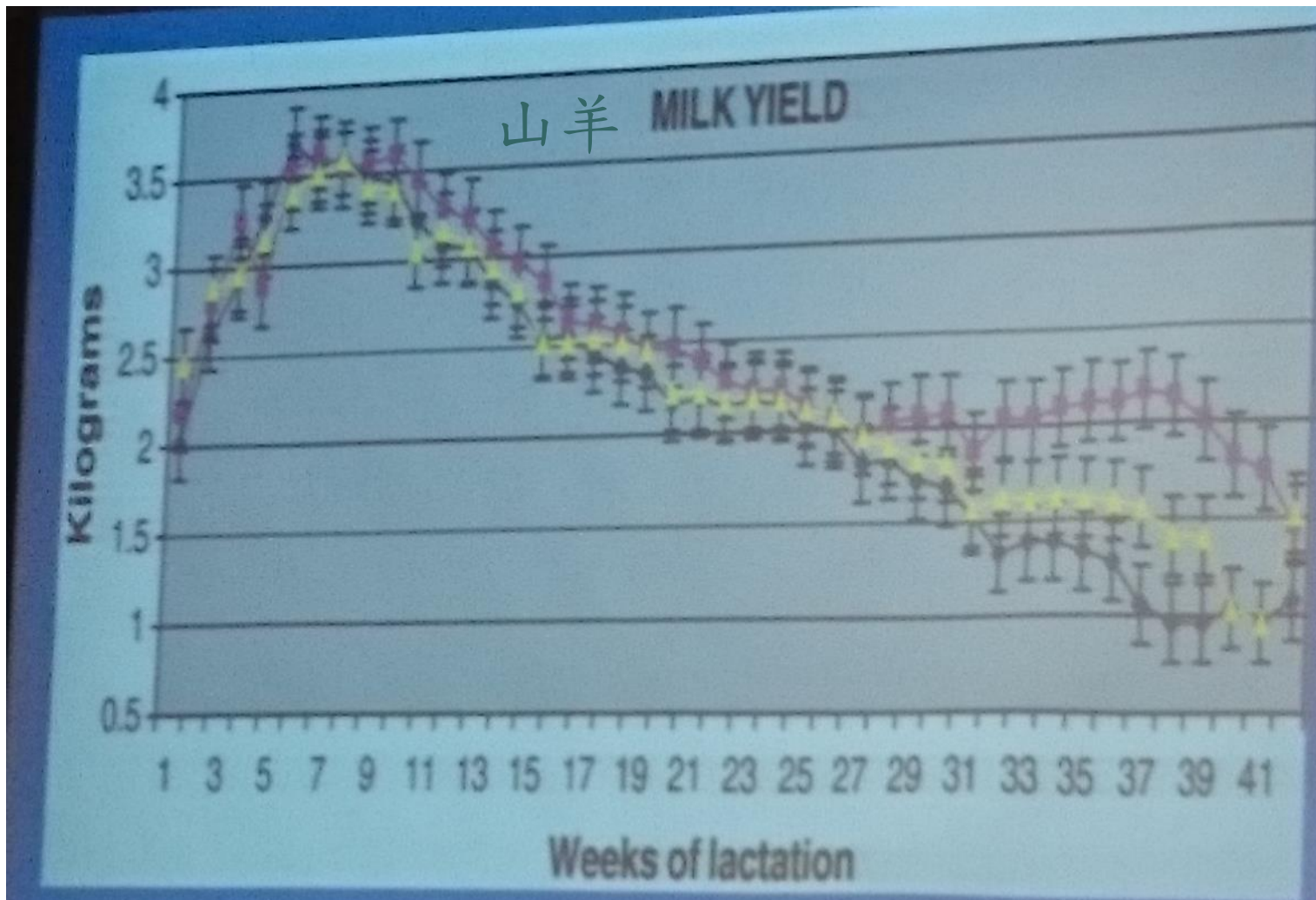
# 十篇研究均證實 長光照有助於提高乳牛產乳量





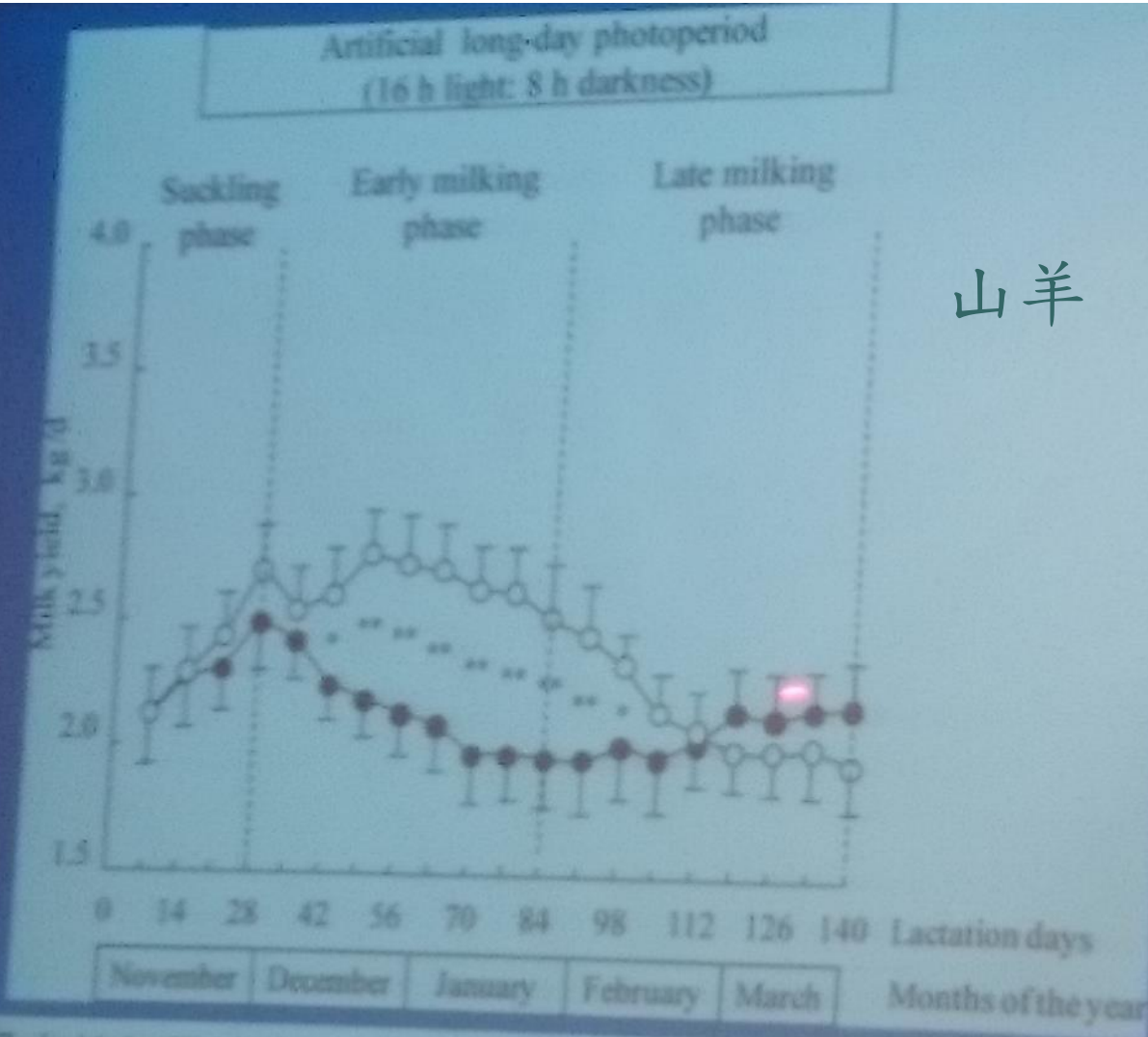
# 羊乳生產

- ▶ 原理與在牛乳生產者相似。
- ▶ 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)

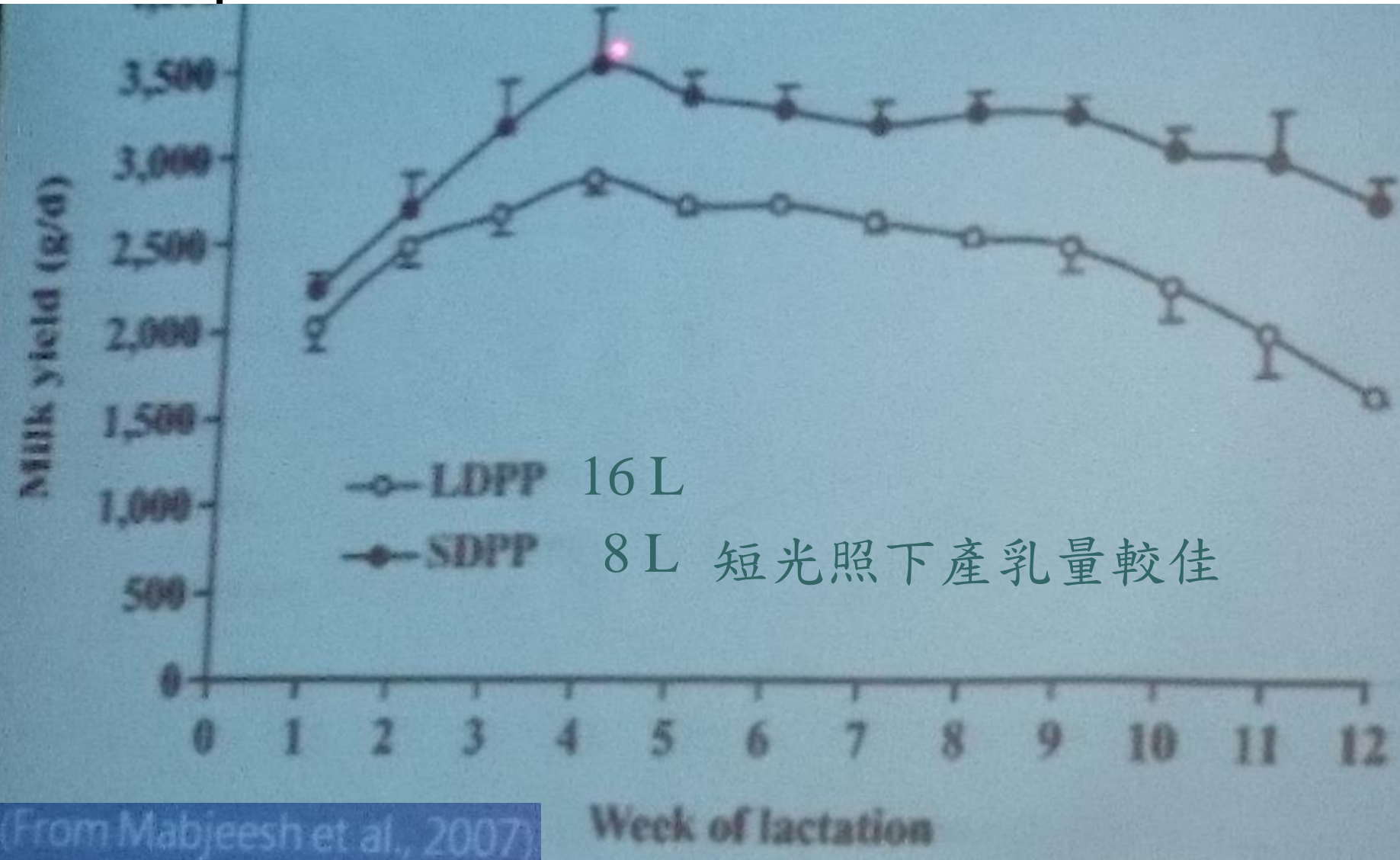




山羊

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)

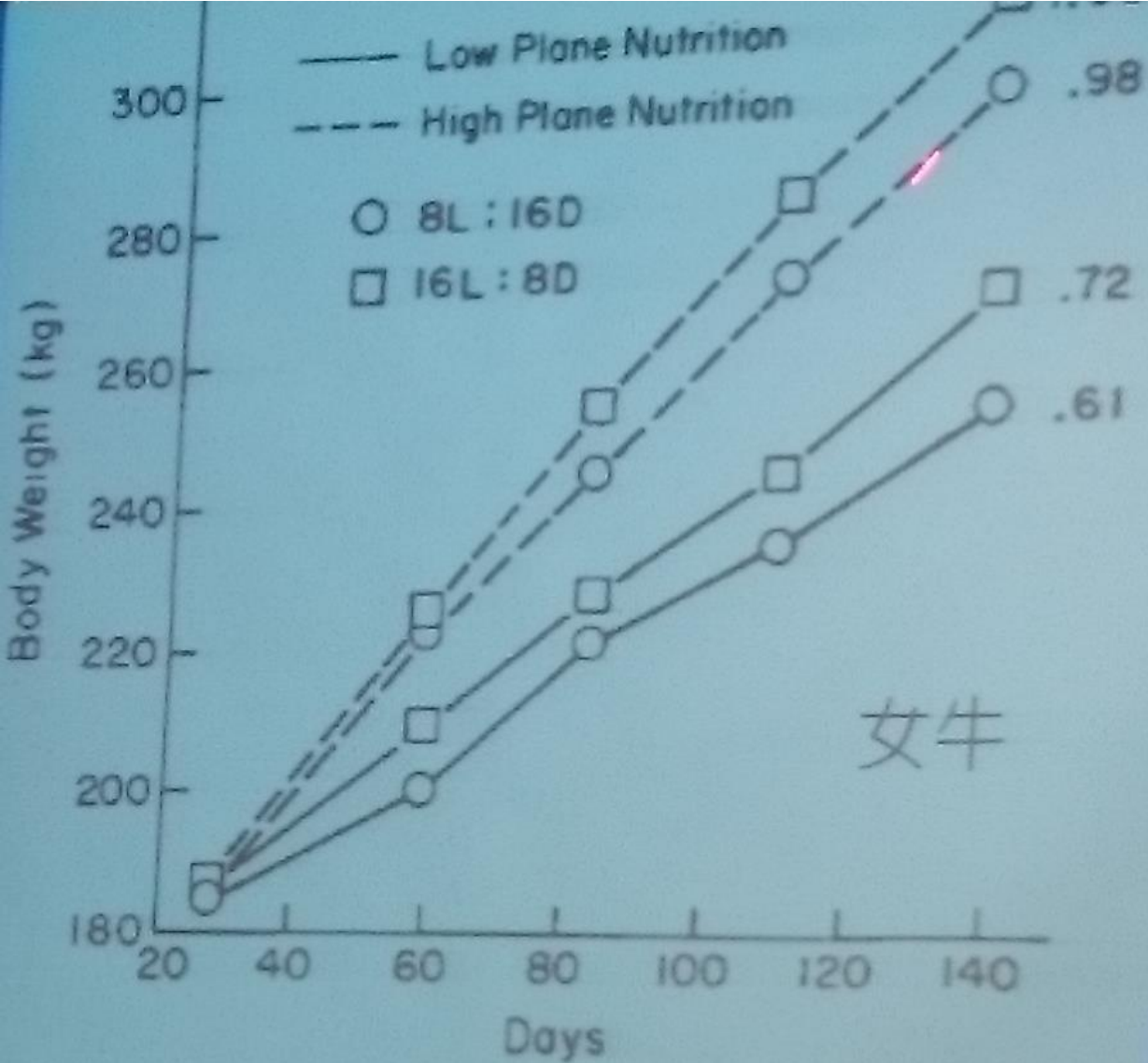
# 懷孕期後三分之一的光照 對山羊乳產量之影響





# 生長速率

- ▶ 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。

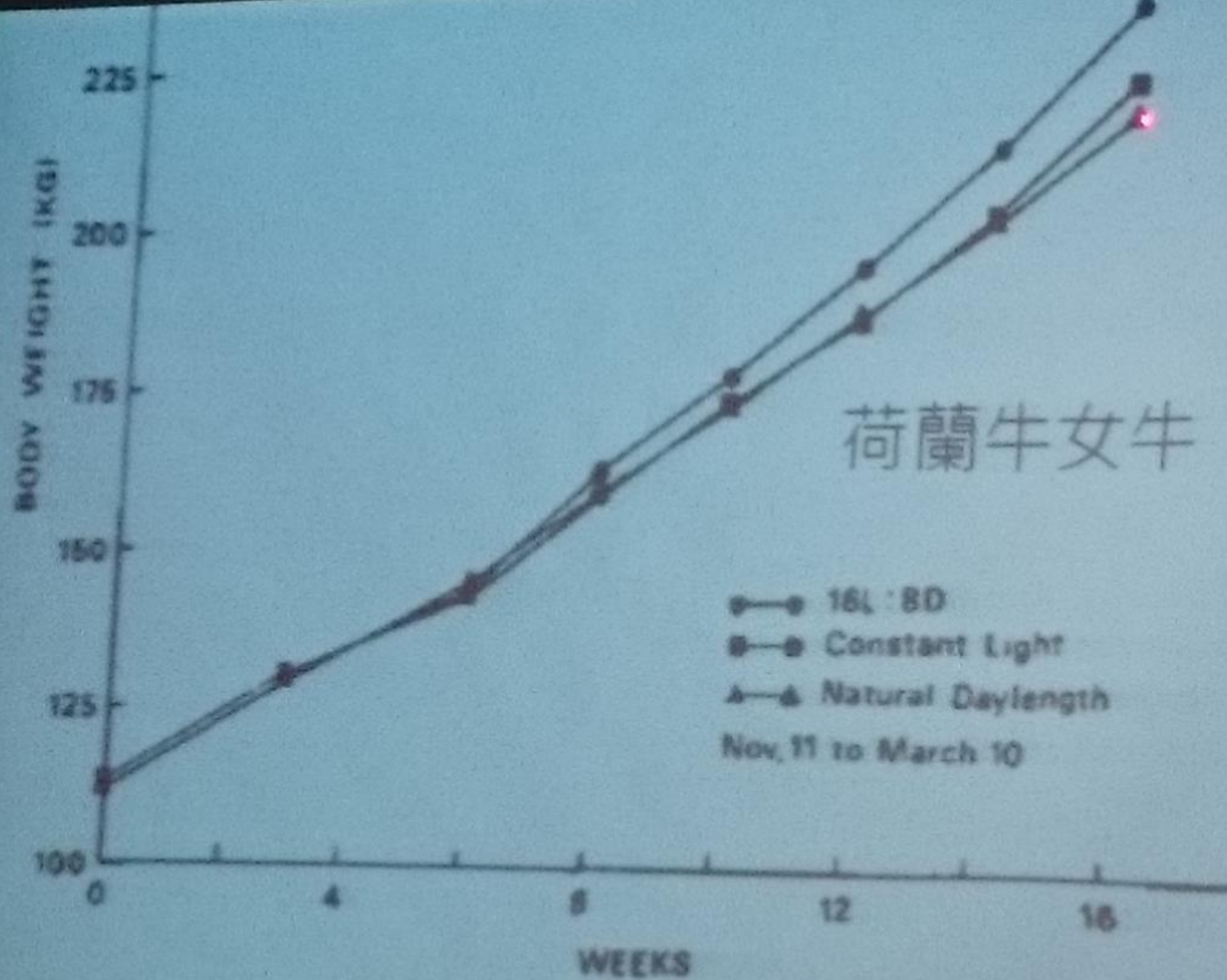


嚴格限食  
優於  
自由放食

光照期  
16 h優於8h

自由  
放食  
或  
嚴格  
限食

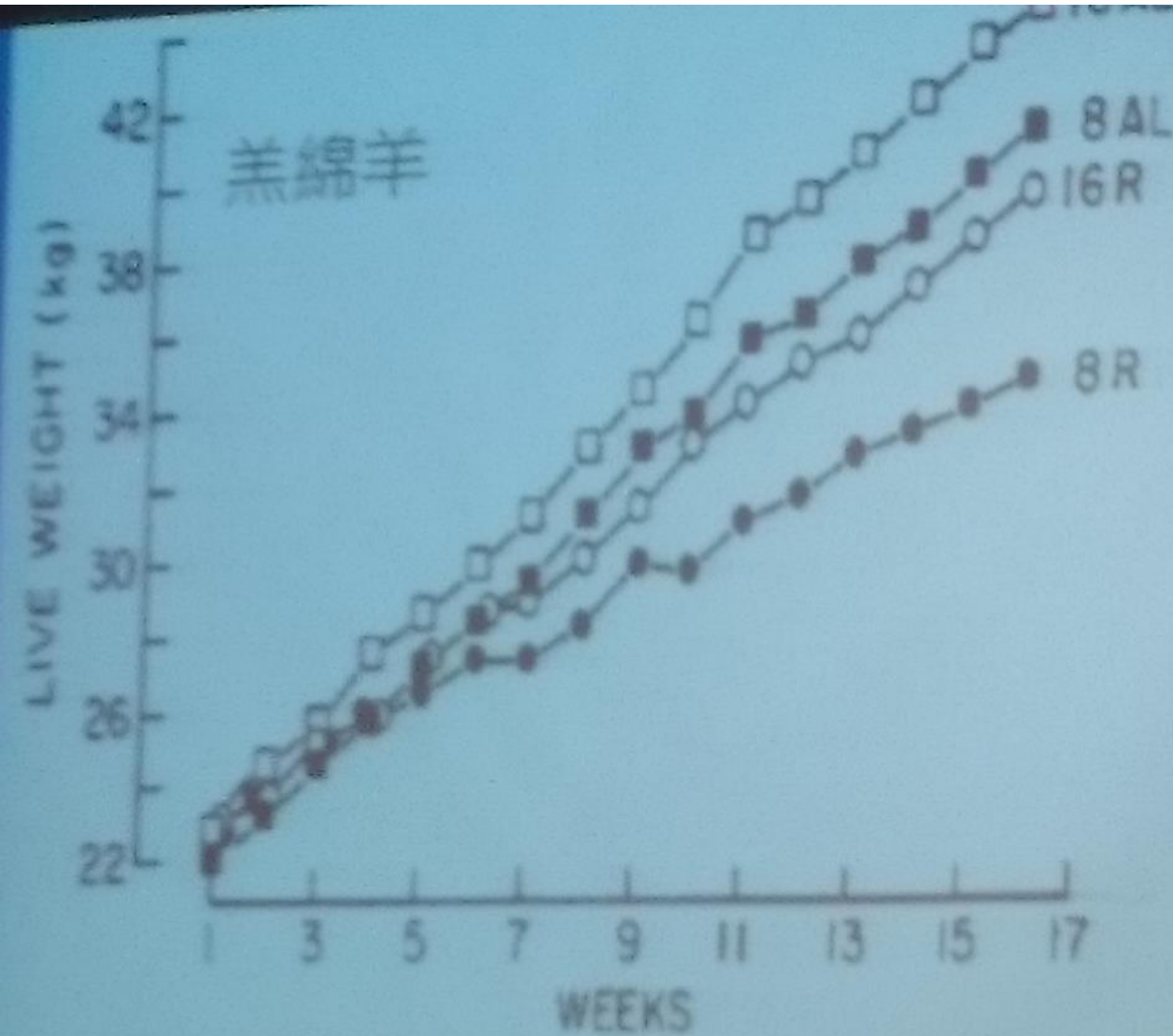
女牛



16 h光照  
優於  
連續光照  
優於  
自然光照

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).

羔綿羊



光照期  
16 h優於8 h

自由放食  
優於  
嚴格限食

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).

# 公羔羊暴露於不同光照期之日增重與採食量

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)

長夜 且  
夜間中斷  
，補光一  
小時進食  
效果最佳



# 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：辜固酮含量上升造成鹿茸骨化，辜固酮含量下降造成解角，茸角在辜固酮含量低時生長。
- 因此，鹿角之生長週期亦受光照調節。





# 梅花鹿之自然季節性

- 梅花鹿在五、六月解角，然後開始生長新角。
- 梅花鹿在十月完成蛻茸，變成硬角，維持至翌年五、六月。
- 梅花鹿自十月底進入配種季節，至二月底結束。
- 梅花鹿之睪丸功能自八月開始增加，在十或十一月達到巔峰，之後逐漸下降。



## 補充光照期對鹿茸生產之效應

- 目的：提早解角日期，延伸茸角期
- 處理：由冬至至八月中，以日光燈補充光照期至每日14.5 h

# 自冬至起補光對鹿茸生產之影響

表1. 自冬至起補光對鹿茸生產之影響

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)	1,136±54	1,260±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)

## 補充光照之結果顯示

- 光照週期調節梅花鹿之睪丸發育與鹿角周期。
- 長光照期抑制梅花鹿之睪丸功能。
- 在長期暴露於抑制性光照期之後，公梅花鹿對此光照期不反應(乏興奮)。

# 改變光照期變化之頻率對鹿角周 期之影響

- 改變光照周期為一周期24、6、4、3個月，可使梅花鹿鹿角周期同期化，但2個月則不可 (Goss et al., 1974)。
- 雖然光照期變化頻率增加可使鹿角周期頻率增加，但鹿角長度遠不如正常者。
- 如果簡化變化周期，並延長長光照日數、縮短短光照期日數，是否可增加鹿茸年產量？
- 本研究室進行三個試驗。



# Exp. 1

處理：

對照組：自然光照

處理組：2-個月 8L  $\longleftrightarrow$  4-個月 16L 交替

表 2 個月短光照與 4 個月長光照交替進行  
對梅花鹿鹿茸生產之影響

性狀	對照組 (二年平均)	光照處理			
		第一次	第二次	第三次	第四次
重量, g	493±80	-	518±361	294±111	553±218
相對重量 %	126±41	-	84±2*	55±22*	98±14*
鹿茸叉數	6.2±1.1	2.0±0.0*	6.7±2.1	4.3±0.6	7.7±0.5
主枝長度, cm	29.1±2.9	-	29.9±7.2	20.0±4.5*	33.6±3.8

Chen and Yang, 1995

## Exp. 2

處理：

對照組：自然光照

30M 組：30 日褪黑素 (melatonin) 給予\*

←→ 150 日 16L 交替

45M 組：45 日褪黑素 (melatonin) 給予\*

←→ 135 日 16L 交替

\*在 15:00 餵 3 mg melatonin/d/deer。



表 光照處理對梅花鹿鹿茸生產之影響

鹿茸性 狀	對照組	30 M		45 M	
		第一次	第二次	第一次	第二次
重量, g	910±84 <sup>b</sup>	792±46 <sup>ab</sup>	813±95 <sup>ab</sup>	477±117 <sup>a</sup>	866±23 <sup>b</sup>
主枝長 度, cm	35.3±1.5 <sup>b</sup>	36.9±1.3 <sup>b</sup>	31.9±3.8 <sup>ab</sup>	25.0±3.6 <sup>a</sup>	35.1±4.2 <sup>b</sup>
主枝周 長, cm	10.7±0.2	11.0±0.3	10.1±0.5	10.6±0.6	10.6±0.4

30M : 30日褪黑素與150日長光照交替

45M : 45日褪黑素與315日長光照交替

Yang, 1994.

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)。

- 重複試驗肯定了：30日褪黑素給予與150日長光照期交替進行可使梅花鹿產量增加一倍，且不改變鹿茸之一般成分。
- 現已發展出更簡單之方法：5個月長光照期與一個月自然光照期交替，亦有相同效果。
- 此光照方法也適用於其他溫帶鹿種，如紅鹿 (red deer)、wapiti、黓鹿 (fallow deer)。
- 我們可以進一步縮短光光照期日數以增加鹿茸年產量嗎？
- 我們進行了第三個試驗。

## Exp. 3

處理：15日 8L  $\longleftrightarrow$  120日 16L 交替

結果：公鹿睪丸體積之變化被光照期變化所同期化，但每二次光照變化周期才完成一次鹿角週期。

# 光照控制應用於鹿茸生產

- 提早補充光照期可提早溫帶鹿隻之解角與鹿茸生長，並產生再生鹿茸。
- 一個月短光照 (或自然光照) 與五個月長光照交替進行可使溫帶鹿種每年生產二次鹿茸，而使鹿茸年產量增加一倍。



## 結論

- 光照處理是無公害、無安全顧慮之措施
- 光照對動物生理具有調節作用
- 透過光照之操控可以改善家畜之生產性能
- 光照處理若能進一步結合日節律與行為特性，效果應更佳



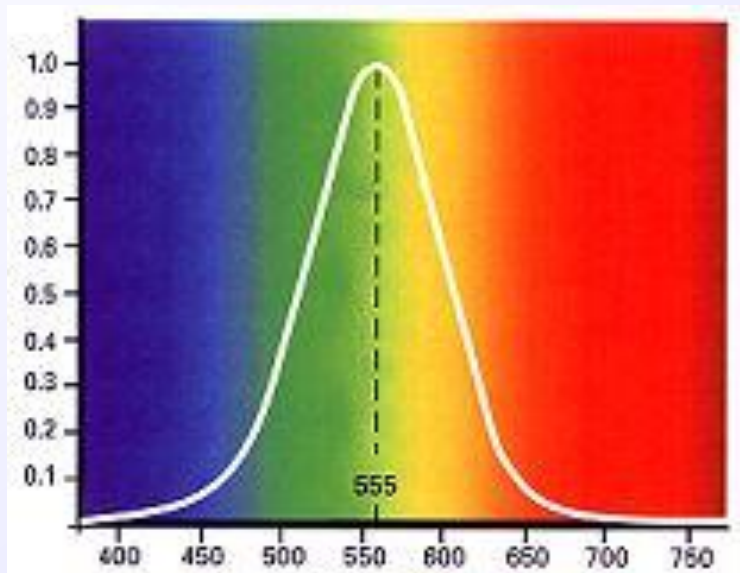
# 大綱

環境因子對動物  
生理之影響

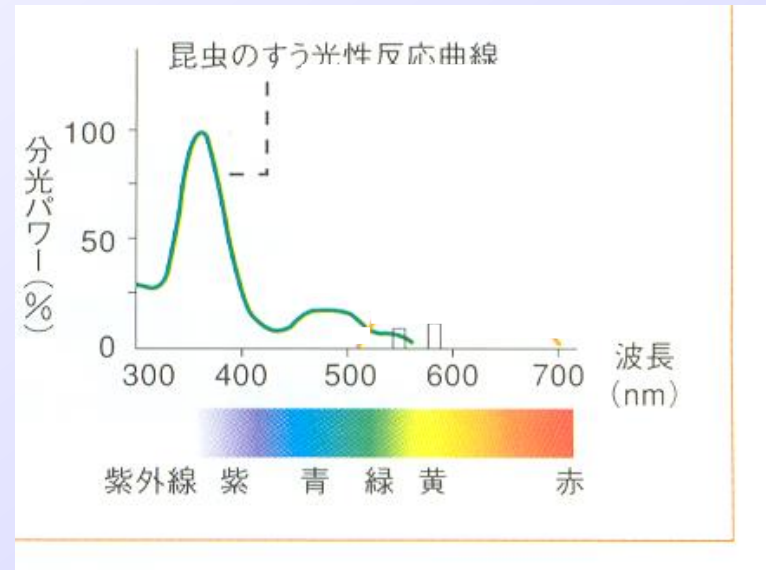
光照應用於動物

光照應用於捕抓  
昆蟲與水下生物

# 人與昆蟲對光的敏感度不同



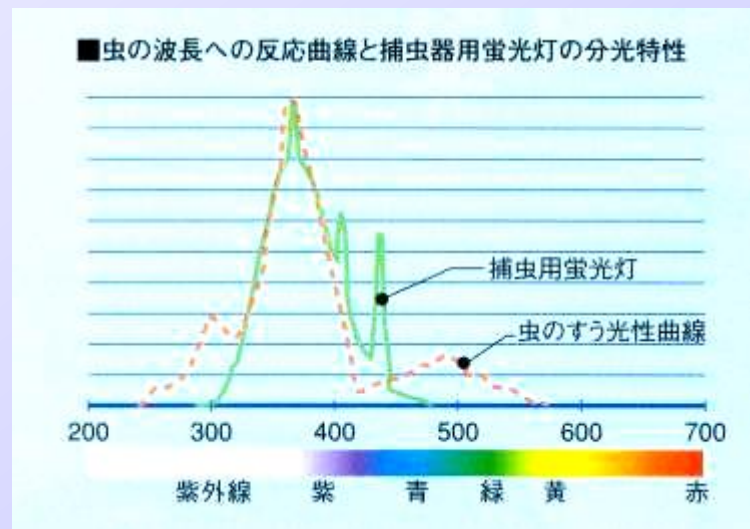
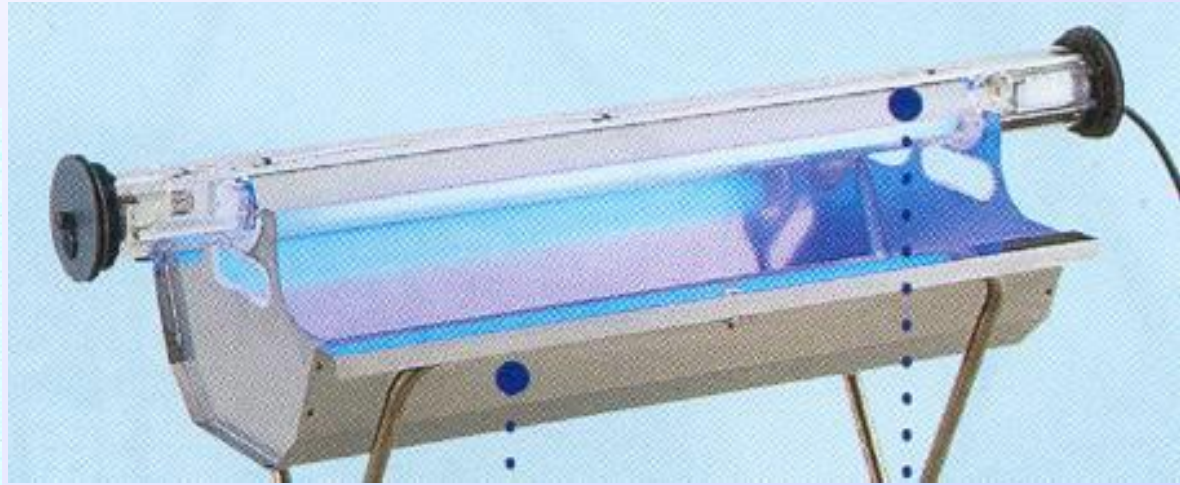
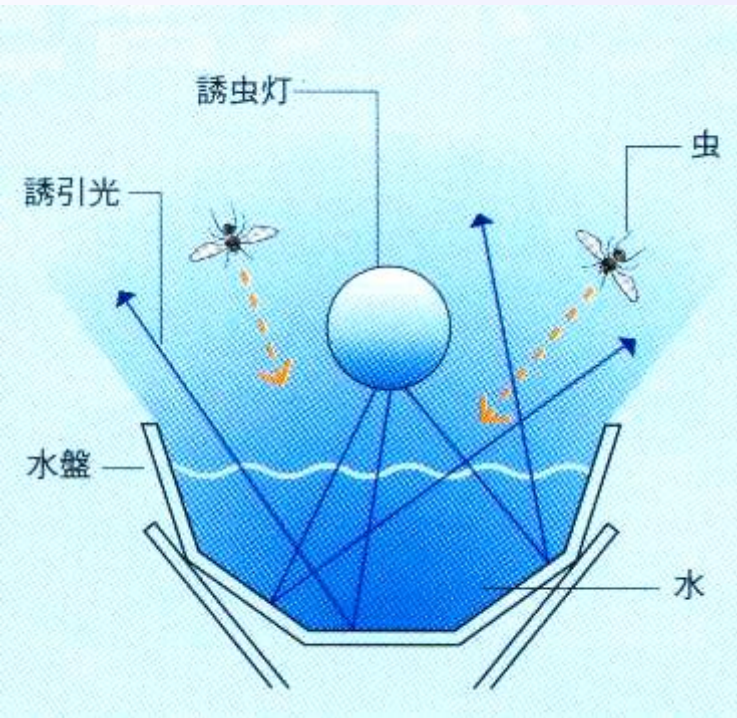
人眼的敏感度曲線



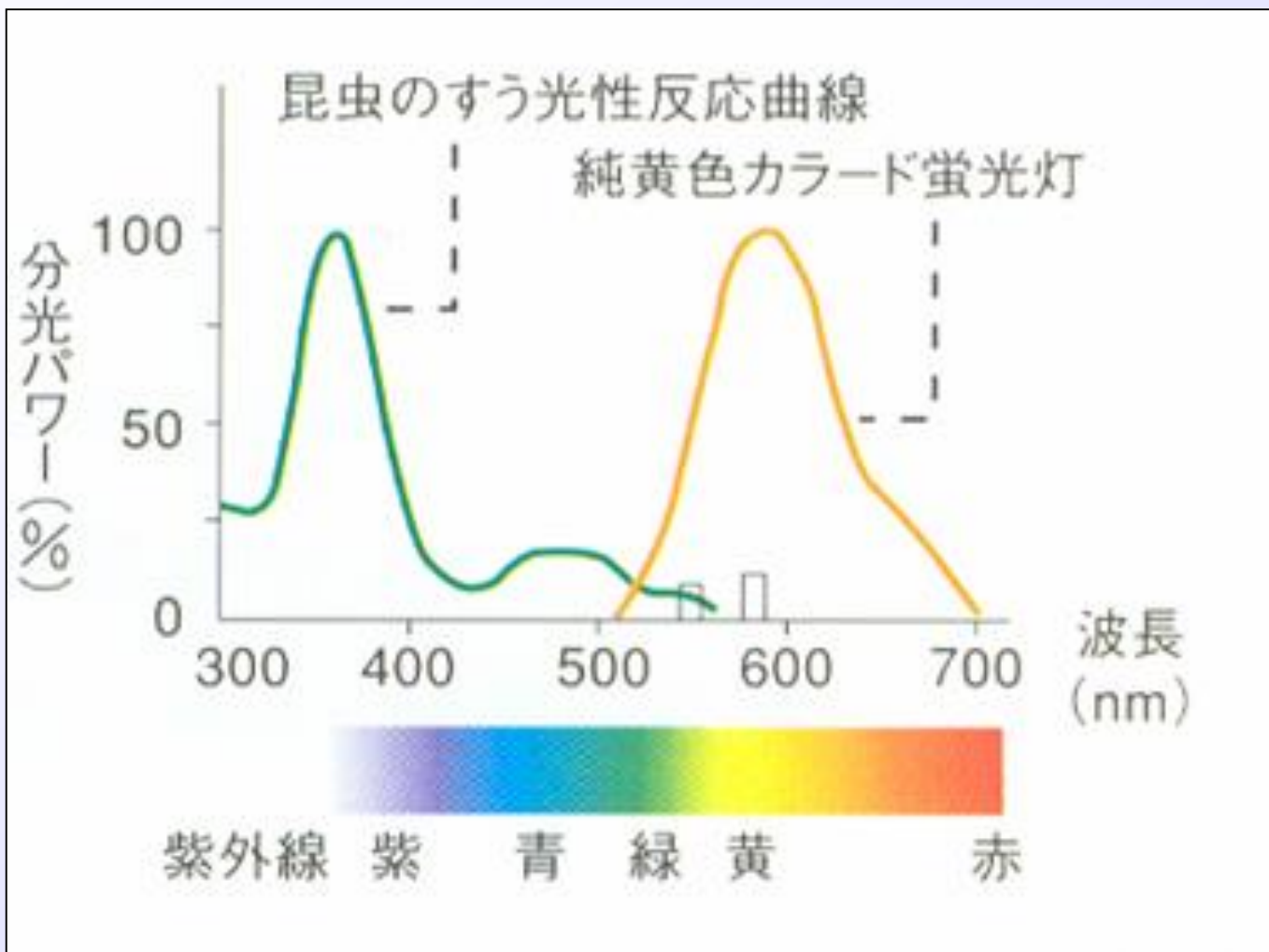
昆蟲眼睛的敏感度曲線



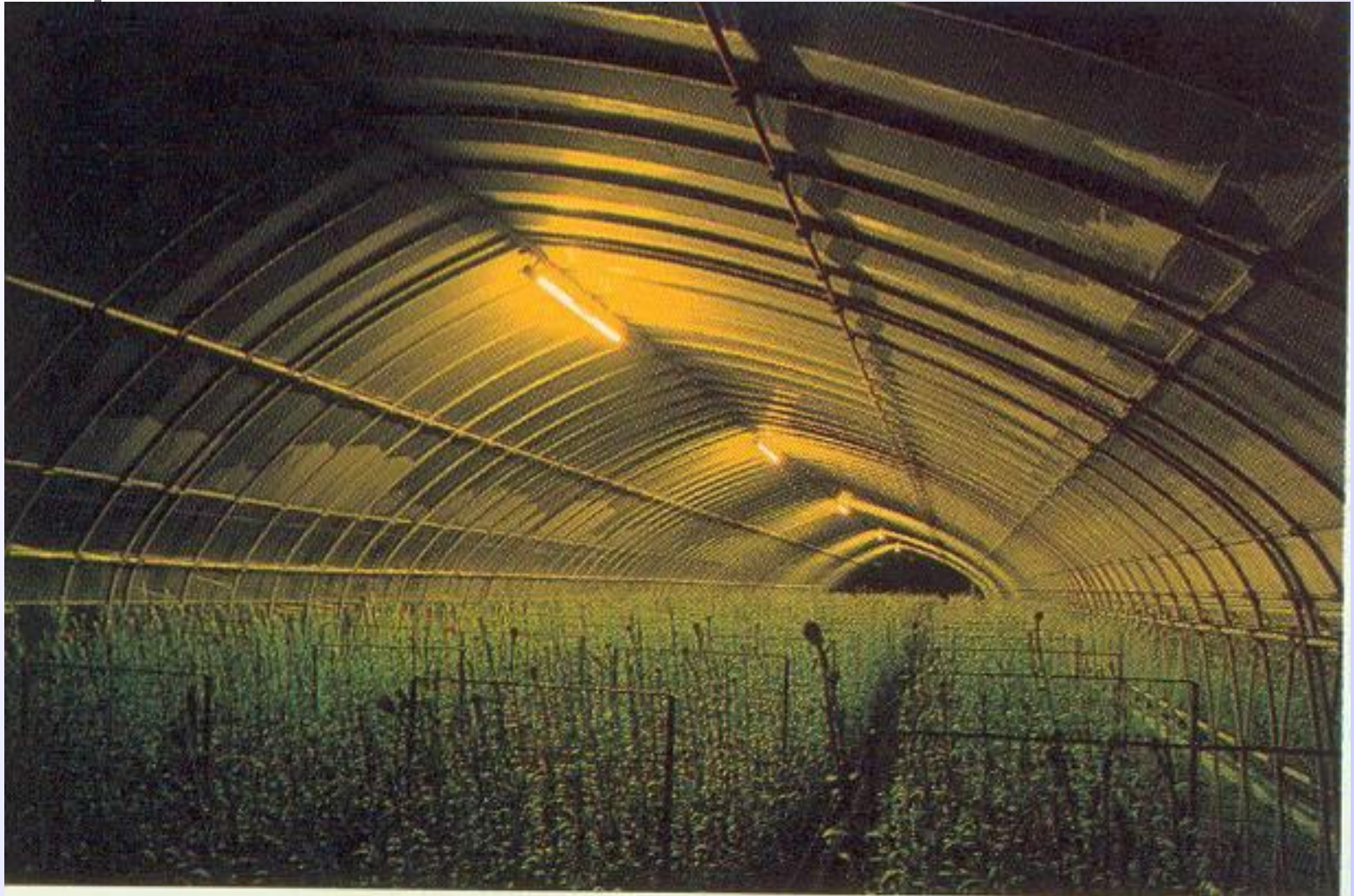
# 藍光燈管捕虫



# 黃光燈管抑制害蟲活動與驅避



# ● ● ● 夜間點亮黃光的溫室內觀

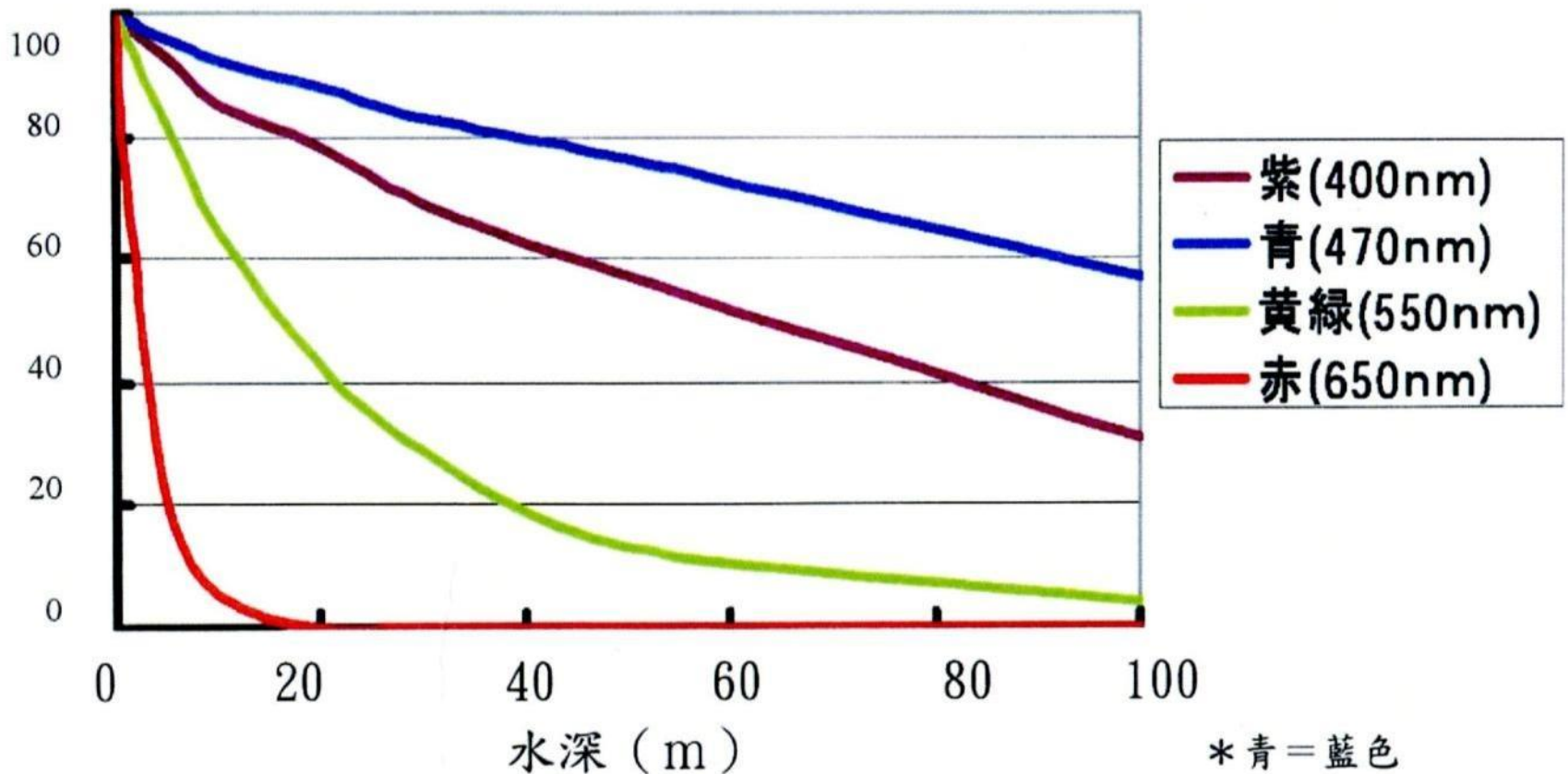


# 夜間點亮黃光的溫室外觀



# 不同波長的光線在不同水深的相對光強度

光強度



# 蝦蟹魚貝類夜間行為觀察





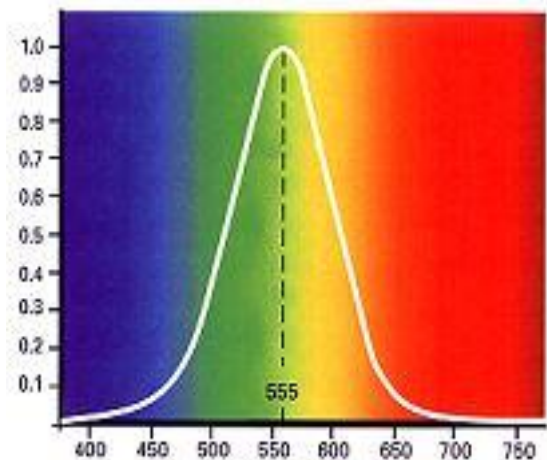
水銀聚魚燈船



藍色LED聚魚燈船

# 以花枝的眼光來看

## 花枝的種類和最大視感度波長

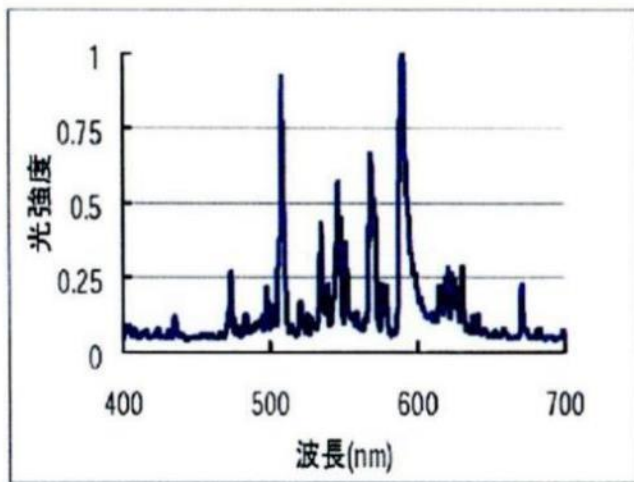


人眼

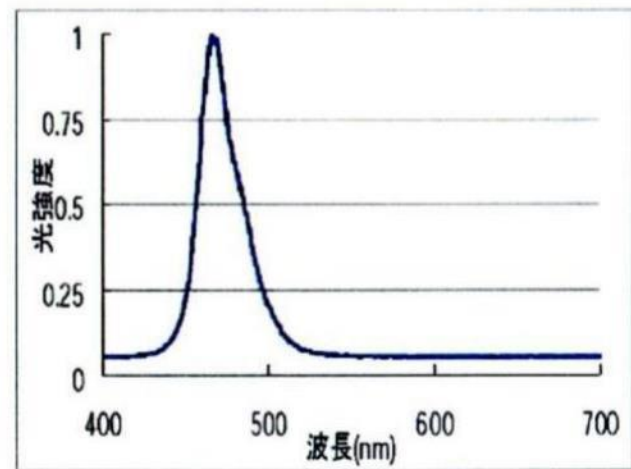
魷魚(花枝)	482 nm
金花枝	490 nm
槍花枝	494 nm
肯薩基花枝	491 nm
紅花枝	482 nm
螢光花枝	471、484、501 nm







METAL HALIDE LAMP(金屬鹵素燈)



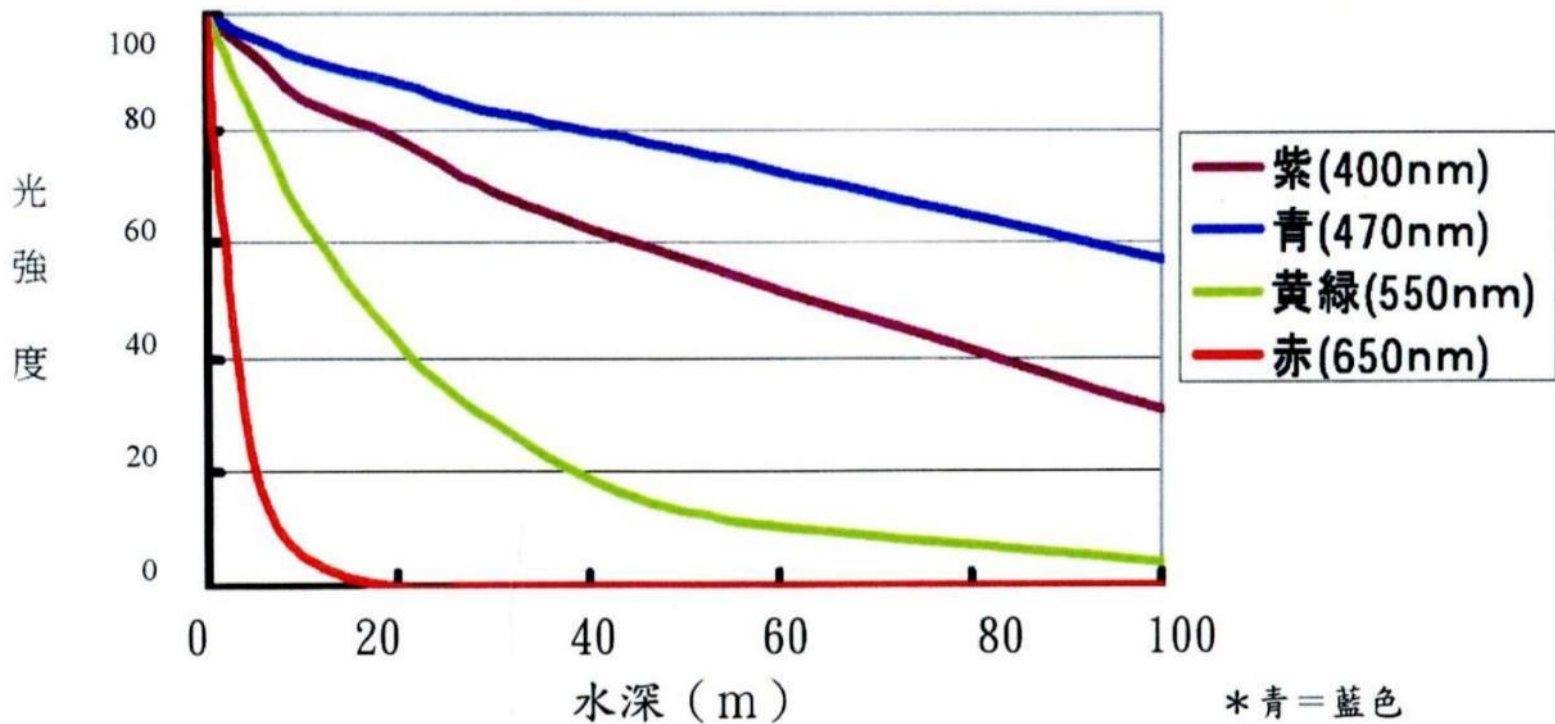
藍色 LED

	藍色的比例
太陽	18.2%
月	9.74%
金屬鹵素	7.32%
LED	74.1%

藍色光成份的比例

**藍光LED vs. 金屬鹵素燈**  
前者為後者之10 倍

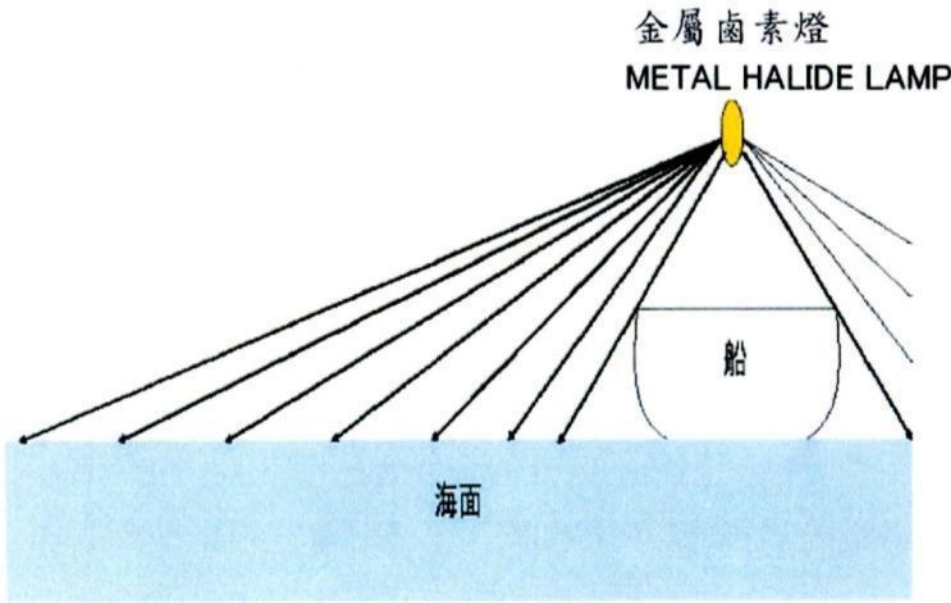
# 不同波長的光線在不同水深的相對光強度



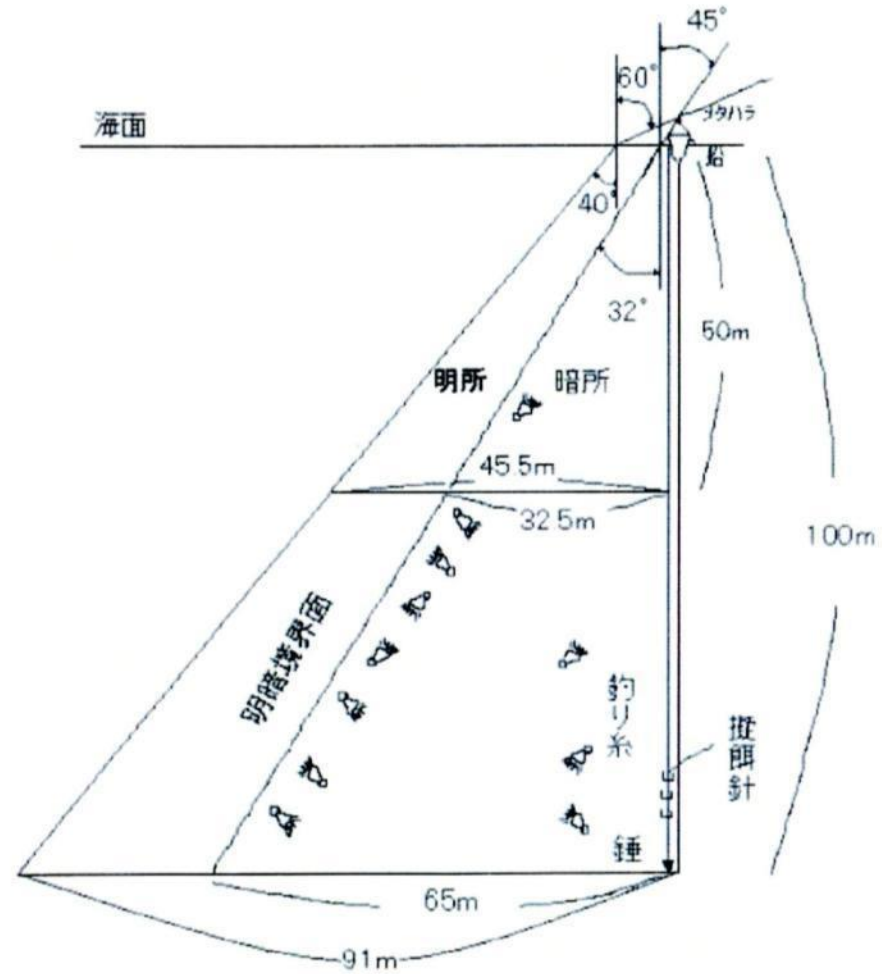
# 放射範圍的模式圖

- 針對上半球的放射 (50%)
- 針對甲板的放射 (20%)
- 海中射入光 (迎角  $45^{\circ} \sim 30^{\circ}$  : 10%)

**LED 燈的效率約8倍**

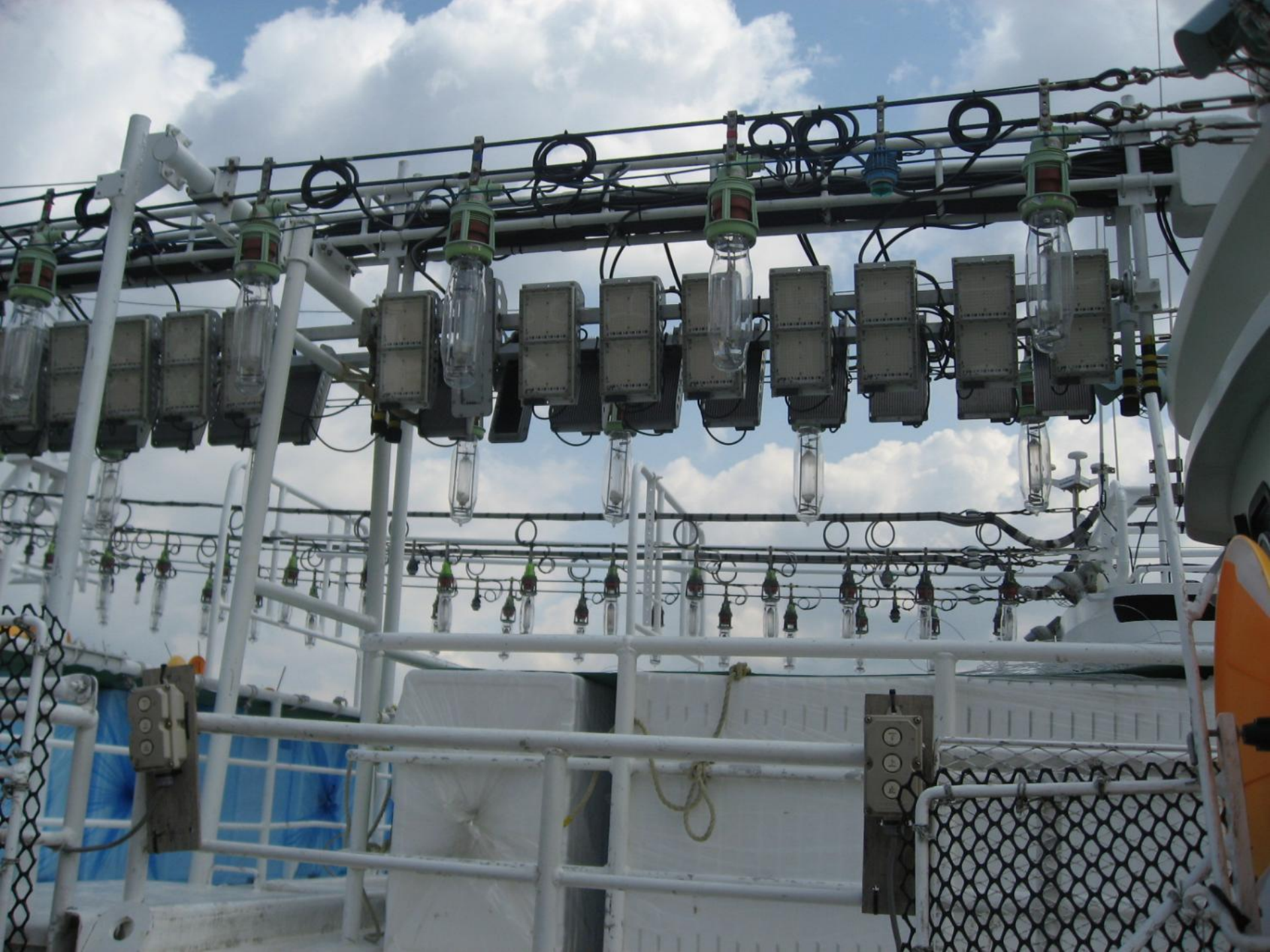


金屬鹵素燈的放射範圍

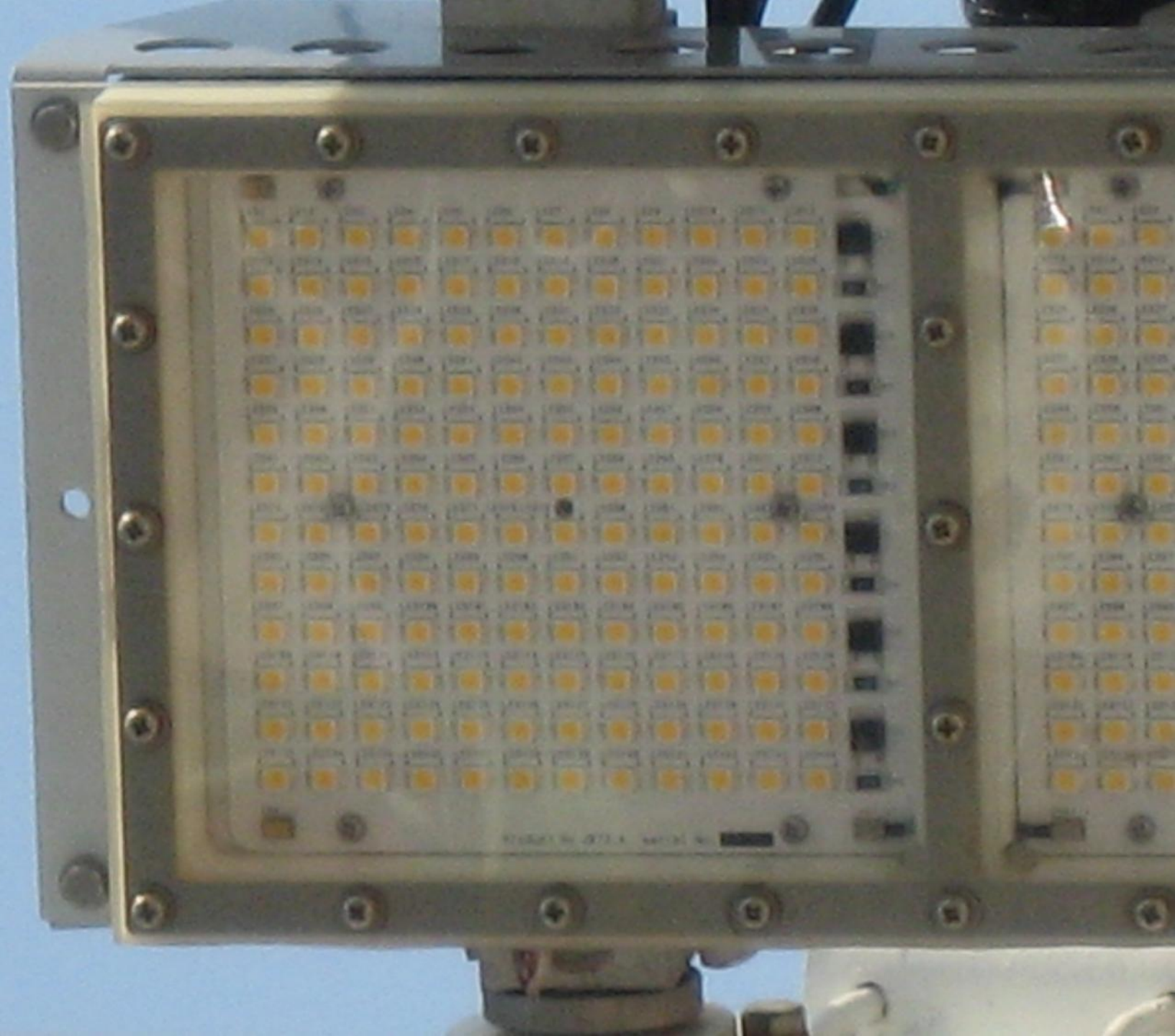


有效放射範圍













# 藍色LED聚魚燈的漁獲試驗結果

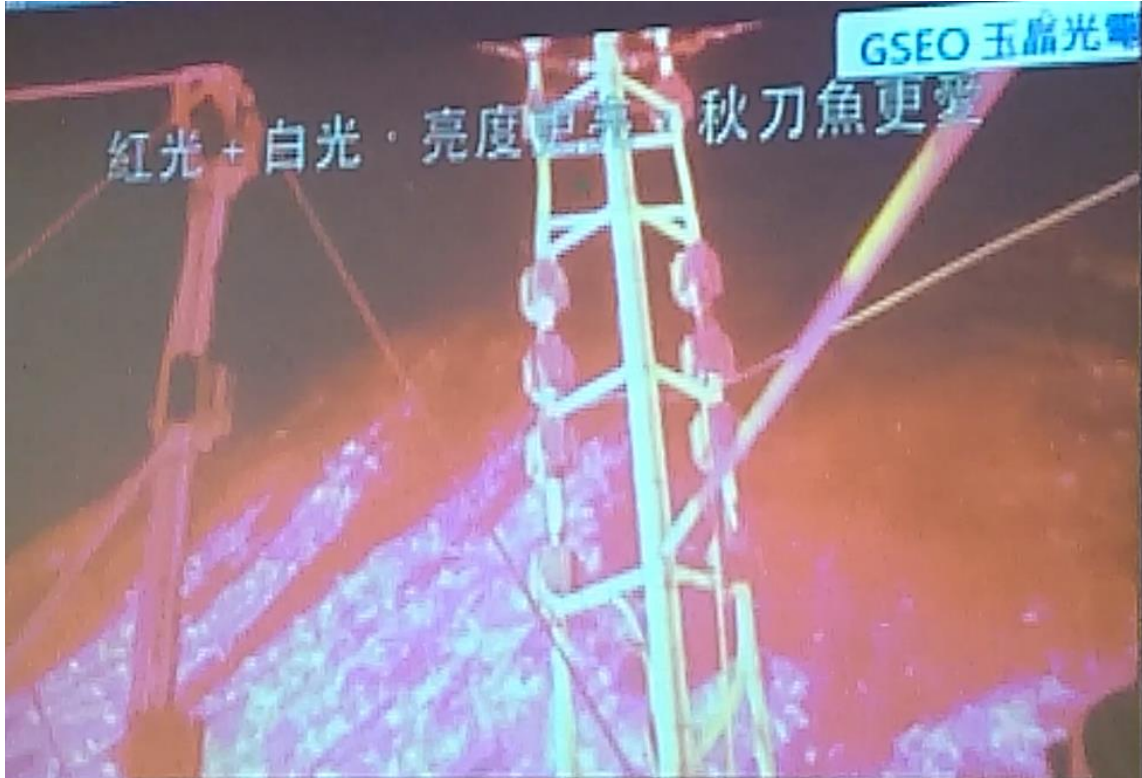
LED集魚燈，在適當的設置條件下，可期待不遜於金屬鹵素聚魚燈的魚獲量。

從實績及補魚長的判斷來看，大概能確認。

漁船	已設置的LED燈	以前的金屬鹵素燈	LED／金屬鹵素燈	總噸數	進行試驗的海域	時間跟捕魚日數	漁獲量	評估
A	2.4kw (36 PANEL)	70kw	1/29	9.9	岩內沖	H16. 6. 8~ 7. 26 (26 日)	57,336 尾	○
B	2.68kw (40 PANEL)	99kw	1/37	13.17	佐渡沖	H16. 7. 3~28 (16 日)	16,352 尾	○
C	2.28kw (34 PANEL)	120kw	1/53	9.5	岩內沖	H15. 10. 20	4,200 尾	○
D	2.15kw (32 PANEL)	180kw	1/84	9.7	函館沖	H15. 7. 26~27 (2 日)	2,400 尾	×

註1) 所謂的「評估」，是LED漁船和金屬鹵素燈漁船在同海域、同時間內的漁貨量的比較，大概同等量程度的漁貨是○、比較少的則是×





# 疑問

紅光 對嗎？

秋刀魚



工作區的作業人員  
不需暴露  
在這種光譜之下



## 結論

- 金屬燈改用LED 可節省大量能源
- 光線深入水下的距離與波長有關
- 了解補抓對象的吸收光譜，很重要