

# 役馬的新飼養標準

吳仲賢

## 一. 緒 言

現行的役馬飼養標準，為數甚多。由於工作的計算困難，大都祇對於某種農業情況，加以大約的估計，因此用量的大小極不一致，而又無適當可行的辦法加以比較，以便抉擇。此中情況，林敦氏（1950）有言，“最好的方法是按照下述的辦法來飼養，如感覺馬的體情退化則增加飼量，如馬有長肥的傾向則減少之”。同樣波波夫亦謂，“必須不斷地注意馬的體況，並根據觀察結果，經常調整馬的日糧”（1954）。似此，則役馬的飼養仍處於一種技術修養的狀態，談不到定額矣。本文的目的在提出一衡量工作的尺度，根據此尺度，測驗各家的標準，並從而求出一比較合理的標準，此標準不但要按照飼養乳牛的辦法，計役授糧，而且要應用簡便，易於實行。此外，不同輕重及種類的工作，經測定各種的常數以後，亦可以納入本方法之中，俟一一論及之。

## 二. 現有標準的評述

現在最風行的幾個役馬飼養標準如下：

1. 莫利遜標準。此標準係於1915年提出，為美國所採用（1950）。其中工作的衡量祇用重、中、輕來代表，並說明重表示每日須作重工七、八小時；飼料用量則用總消化養分的磅數來代表。至於輕重的程度，以及何以必須用某種的飼量，均沒有作數字上的說明。

2. 波波夫標準（1947）。提出得較晚，主要是應用於蘇聯。工作量是以公斤公尺來代表，而飼料量則用蘇聯飼料單位。此標準的優點是，把工作的重、中、輕作了數字上的說明，例如，

馬的體重（公斤）	400	500	600
輕役（一千公斤公尺）	900	1100	1200
中役（一千公斤公尺）	1500	1800	2000
重役（一千公斤公尺）	2100	2500	2800

因而把莫利遜的標準推進一步；但是關於幾百萬公斤公尺的工作量究竟大到什麼程度很難於想像，因此在實際應用方面聯想困難，以之作爲根據來確定所需餵的飼料單位量效用很少。

3. 林敦標準(1987)。主要應用於英國。計算飼料的單位是用澱粉價的磅數，而工作的單位則用小時數。根據林敦的建議，每小時的重役，每 1000 磅活重約需 1 磅澱粉價。由於小時並非一個真正的工作單位，因此對於林敦的標準很難加以估價；充其量祇能說在實踐中是否合式，而實踐中的條件又往往各不一致。因此，林敦的標準祇是實際經驗的總結，並沒有理論的根據。

4. 布羅第標準(1945)。布羅第標準係於 1945 年提出，目前未獲得廣泛的應用。衡量工作的單位是用馬力小時，飼料的給量用總消化養分(磅數)。布羅第提出，每馬力小時需總消化養分 1.27 磅，但缺點是 1) 他並未肯定馬力小時爲衡量工作之唯一合理而且使用簡單的單位。事實上，他利用馬力小時作爲衡量工作的單位正如其利用千瓦小時一樣。2) 布羅第並未指出馬力與活重的關係，而此關係則是應用馬力小時作爲工作單位的關鍵性問題。3) 布羅第的工作單位是淨能，而飼料給量的單位又是消化能，因此不易計算工作時利用飼料的效率。事實上，他所訂的標準，維持給量偏高，工作給量偏低即是由此造成的。

5. 蘇聯養馬研究所標準。此標準的形式與波波夫標準的形式相同，即重、中、輕役有同樣的定義，及飼料給量亦用蘇聯飼料單位。但是由於它將波波夫的數字提高了許多，經效率計算的測驗認爲合理，因此成爲作者新標準的基礎。

綜合上述，根據作者即將提出之新標準的形式，茲特將各家的維持標準換算爲蘇聯飼料單位，列於表 1 中：

表 1 維持給量(蘇聯飼料單位)

馬的體重 (公斤)	莫利遜		林敦	布羅第	波波夫
	最低	一般			
400	5.0	6.5	3.5	5.9	4.8
450	5.5	7.1	3.8	6.5	5.2
500	6.0	7.7	4.0	7.0	5.5
550	6.4	8.2	4.3	7.5	5.9
600	6.8	8.8	4.5	7.8	6.2
650	7.2	9.3	4.8	8.5	6.5
700	7.6	9.8	5.0	8.9	6.9
750	8.0	10.3	5.3	9.4	7.2
800	8.4	10.8	5.5	9.9	7.5

至於蘇聯養馬研究所的維持標準，由於作者尚未獲得此項資料，暫未列出。

由上表可知，各家標準變異頗大。此點一部分當可解釋為農業情況不盡相同，但不能完全用此解釋。例如林敦標準與莫利遜之一般標準相差幾及一倍，究竟孰是孰非，應有所適從。此外，各家標準的理論根據亦應詳加分析，始可以明瞭其基本情況。茲特將各標準的形成常數列出如下（表 2）。

表 2

	莫利遜		林敦	布羅第	波波夫
	最低	一般			
$p$	0.73	0.73	1	0.73	0.66
$k$	0.045	0.058	0.003	0.053	0.091

在上表中， $p$  為飼量與體重所成之方次， $k$  為變異常數，單位則仍為各標準中所原採用的單位，即換算成蘇聯飼料單位以前的單位，例如，莫利遜的最低標準可由下式算出：

$$T. D. N. = 0.045 W^{0.73},$$

在此  $T. D. N.$  = 總消化養分磅數，

$W$  = 體重磅數。

餘如布羅第及波波夫標準均類推。唯林敦標準則尚有另一常數必須提出，而且公式形式亦不同，如，

$$S. E. = 5 \pm 0.003 x$$

在此  $S. E.$  = 澱粉價磅數

$5$  = 1000 磅體重的馬所需的澱粉價的磅數，

$x$  = 馬的體重與 1000 磅的差異，如較高則採用正號，較低則採用負號。

由上表可以看出， $p$  在以上標準中，除莫利遜與布羅第相合外，餘俱不一致，祇有波波夫的標準係採用斯賓塞定律（湯姆遜，1942），餘均屬經驗性的常數。因此，作者認為波波夫的標準較有根據。此外，如將表 1 加以分析，算出每 1000 公斤所需的蘇聯飼料單位數，並與各體重繪成曲線表明之，則得圖 1 之各項曲線：

由上圖可以看出，在維持方面，莫利遜之一般標準最高，布羅第次之，而林敦的標準最低。莫利遜之最低標準與波波夫近似，較為適中；關於其重要性在討論工作標準以後，當再論及之。

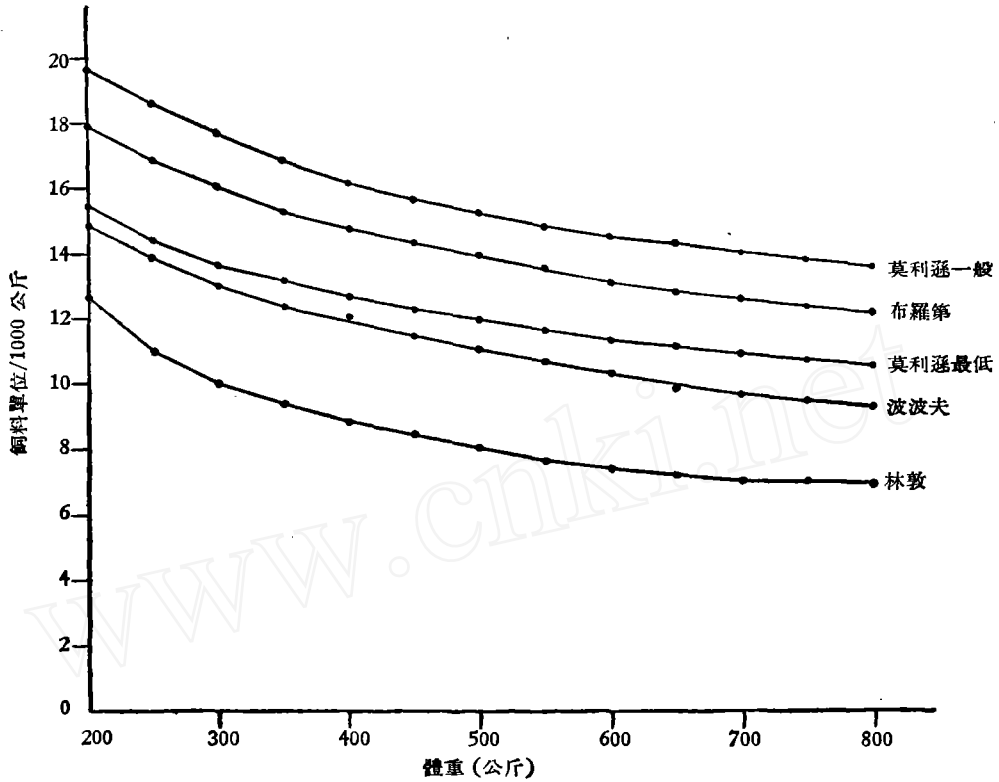


圖 1

### 三. 作者的新標準

作者的新標準，以肯定馬力小時為衡量工作之最適當合理的單位為起點。由物理學中吾人得知馬力小時與公斤公里之因次完全相同，因之可以相互地換算。由於 1 公斤公里 =  $3.653 \times 10^{-3}$  馬力小時，波波夫對於重、中、輕役的定義可以換算為馬力小時如下（表 3）：

表 3

馬的體重 (公斤)	400	500	600
輕役 (馬力小時)	3.3	4.0	4.4
中役 (馬力小時)	5.5	6.6	7.3
重役 (馬力小時)	7.7	9.1	10.2

由上表可知，馬的每日工作量在 3 至 10 馬力小時的範圍內。此數不但易於領會，而且使用方便，例如，如某馬之功率等於 1 匹馬力，此數即為該馬所須工作的小時數。如功率不到 1 匹馬力（例如 0.7 匹馬力），則以上各數為 0.7 除後所得之較原來稍高的數字即為該馬所須工作的小時數。因此利用馬力小時不但對於馬的大小有近似的概

念,而且對於工作的久暫有一定的體會。較之波波夫幾百萬公斤公尺的概念,其用途與便利不知相去幾何矣。

有了馬力小時作為衡量工作的尺度以後,吾人即可以利用此尺度來檢查現有的各家工作標準。例如,將波波夫的標準減去其維持量,再除以相應的馬力小時之後,則得每馬力小時所需的飼料單位數(表4):

表 4

馬的體重(公斤)	400	500	600	
輕役 } 中役 } 重役 }	每馬力小時	0.27—0.39	0.42—0.58	0.52—0.68
	所給的飼料	0.35—0.53	0.45—0.66	0.52—0.74
	單位數	0.45—0.68	0.54—0.77	0.62—0.86

如將此等數字化為大卡,以之除1馬力小時的大卡數(1馬力小時=641.4大卡),則得各飼量的淨效率如下(表5):

表 5

馬的體重(公斤)	400	500	600	
輕役 } 中役 } 重役 }	淨效率, %	166—115	108—78	87—67
		131—86	100—69	87—61
		100—67	84—59	73—54

由表5可知,波波夫的工作標準太低,因無論如何,工作效率不能超過100%,而且事實上不能達到50%以上。因之波波夫的工作標準失去了理論上的根據。如用同樣方法檢查其他各家的標準,則獲得的結果如下(表6):

表 6 工作給量

	每馬力小時給量	淨效率
莫利遜		
總消化養分(磅)		
最低	1.28	
一般	1.51	
飼料單位		
最低	1.02	44.9%
一般	1.20	37.8%
林  敦		
澱粉價(磅)	1.60	
飼料單位	1.20	37.8%
布羅第		
總消化養分(磅)	1.27	
飼料單位	0.83	54.3%
波波夫		
飼料單位		
舊有	0.46—0.65	98.6—69.7%
最新	0.59—0.74	76.8—61.3%
蘇聯養馬研究所		
飼料單位		
較低	1.01	44.9%
較高	1.22	37.2%

上表中波波夫標準的舊有數字係表 4 與表 5 各項的平均數字。最新一行的數字係根據波波夫最近出版的飼養標準 (1955) 一書中的數字求得。在此書中,波波夫已將各種工作的需要予以提高,但由淨效率一欄中可以見其仍然不夠,因體中所貯能量轉化為工作能時決不能達到 61.3% 的效率,而實際上祇有 40-50% 也 (梅納德, 1947)。

由上表可知,合乎梅納德的效率指標的祇有莫利遜的最低標準與蘇聯養馬研究所的較低標準數。此二標準所說明的事實為每馬力小時的工作約需 1 個飼料單位。其他標準則或偏低偏高,例如莫利遜的一般標準與林敦標準均較高,而布羅第標準則較低。至於波波夫標準則無論舊的新的所供給的能量都顯然太少,不合應用。

確定每馬力小時的工作量需一個飼料單位之後,吾人之次一步驟在求出馬力與體重的關係。根據莫利遜 (1950), 一匹重輓馬 (活重為 1500 至 1600 磅的) 約可產生一匹馬力。由物理學中,吾人得知馬的功率等於馬的牽引力  $\times$  馬的行走速度,例如

$$P = \frac{FS}{t} = Fv, \quad (1)$$

在此  $P$  = 馬的功率 (馬力),

$F$  = 馬的牽引力,

$S$  = 行走的距離,

$t$  = 行走的時間,

$v$  = 行走的速度。

因此,如知道馬的牽引力和工作時的行走速度,即可以計算所產生的馬力。根據庫瑞亞肖夫 (1952), 馬的正常牽引力,即在工作日中可以經常用來工作的,可以由下式計算:

$$F = \frac{W}{9} + 12 \text{ 公斤}, \quad (2)$$

在此  $W$  = 體重 (公斤)。

如認為 700 公斤體重的馬 (1500 磅 = 680 公斤, 1600 磅 = 726 公斤) 可以產生 1 匹馬力,則該馬的牽引力為

$$F = \frac{700}{9} + 12 = 89.7 = \text{約 } 90 \text{ 公斤}。$$

由於 1 匹馬力 = 273.636 公斤公里/小時,因而

$$90v = 273.636$$

$$\therefore v = 3.04 = \text{約 } 3 \text{ 公里/小時}。$$

根據莫利遜 (1950), 此數接近效率最高的行走速度 (每小時 2 英里)。如以此數以及公式 (2) 所算得之牽引力代入公式 (1) 中,即可以求得馬的體重與其所產生的正常馬力

的關係 (表 7):

表 7

馬的體重 (公斤)	馬的正常功率 (馬力)	馬的體重 (公斤)	馬的正常功率 (馬力)
200	0.38	550	0.83
250	0.44	600	0.86
300	0.50	650	0.92
350	0.56	700	0.98
400	0.62	750	1.04
450	0.68	800	1.10
500	0.74		

由以上關係,以及每馬每日的工作小時數,即可以算出每日的工作量(馬力小時數),並因而確定馬由於工作所需補給的飼料單位數。以此數加於維持給量之上,即為該馬所需的總飼料單位數。但遲至目前,吾人尚未確定各家維持標準中何者最為恰當,以及其理由之所在。此即為吾人當前之目的,因此特計算一 700 公斤的馬(約相當於 1 匹馬力)工作 8 小時所需的飼料單位,並以之繪圖如下(圖 2):

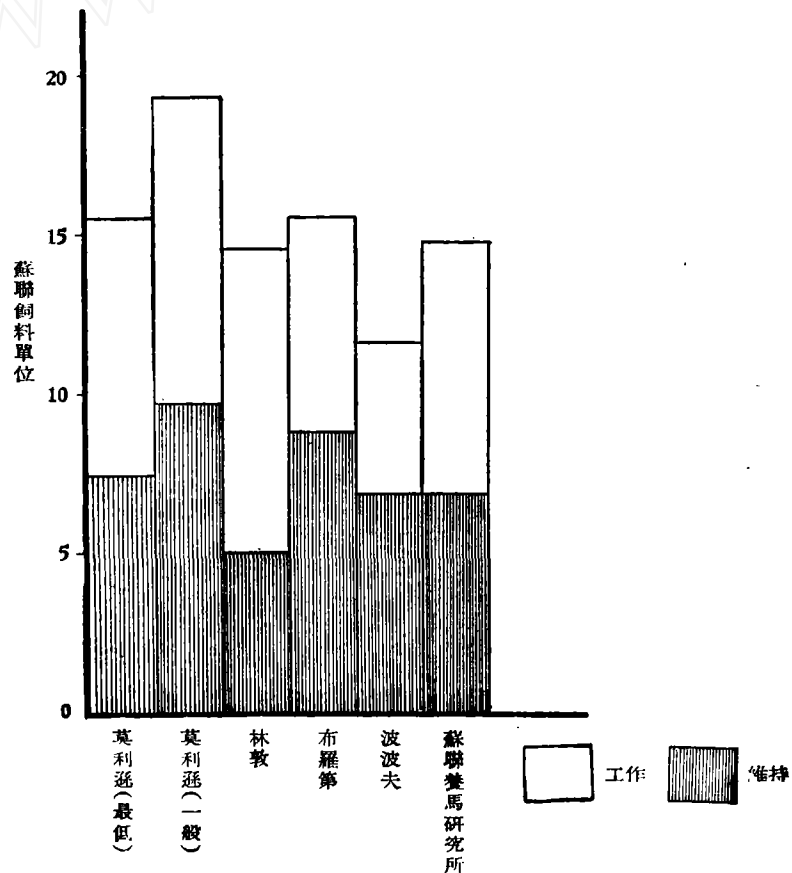


圖 2

在上圖中,由於蘇聯養馬研究所維持標準的缺乏,特採用了與波波夫相同的維持標準。由圖中可以看出,除莫利遜的一般標準太高以及波波夫的標準太低外,其餘的四個標準大抵近似,因之在應用上不發生困難。但林敦標準及布羅第標準之所以不發生問題在於林敦之維持標準雖太低,但為較高的工作標準所補足,而布羅第標準雖維持量較高,但工作的補給量較少。剩下莫利遜的最低標準與蘇聯養馬研究所標準由於工作的給量大致相同而且合理,因之維持的給量亦必相同而且合理。此即作者在即將提出的新標準中擬採用波波夫的維持給量的原因。

綜上所述,作者擬提出的新役馬飼養標準如下(表 8)

表 8

馬的體重 (公斤)	維持 (飼料單位)	工作 (正常馬力)
200	3.0	0.38
250	3.5	0.44
300	3.9	0.50
350	4.3	0.56
400	4.8	0.62
450	5.2	0.68
500	5.5	0.74
550	5.9	0.80
600	6.2	0.86
650	6.5	0.92
700	6.9	0.98
750	7.2	1.04
800	7.5	1.10

說明: 1) 馬的工作量按馬力小時計算,即馬的正常馬力乘工作的小時數。計每馬力小時給以 1 個蘇聯飼料單位。

2) 其他營養素可按以下數量供給:

消化粗朮	每飼料單位至少應含有 70 克
鈣	每飼料單位至少應含有 4—5 克
磷	每飼料單位至少應含有 4—5 克
胡蘿蔔素	每飼料單位至少應含有 10 毫克
食鹽	每頭每日應有 30—50 克。

應用此標準時,其唯一須注意之處,在如何保證馬所使用的馬力與其正常產生的馬力相等。事實上此點並不困難,因祇要其載重或所需克復的阻力不過大,馬有調節其本身所產的馬力的能力,即在負擔偏重時減低速度,與負擔偏輕時增加速度。因此在一定限度內,馬常常可以產生接近於其正常功率的馬力。保證馬的調節能力的方法在使其負擔不超過所容許的範圍,例如根據物理學中的公式,

$$\frac{F}{L} = r \quad (3)$$



在此  $F =$  牽引力，

$L =$  車及載重，

$r =$  阻力係數，

如  $F = 50$  斤公， $L = 1000$  公斤，則  $r = 0.05$ 。在實踐中，先求出某種條件的阻力係數之後，然後以阻力係數除正常的牽引力，於是得到馬所能牽引的載重。設如馬的正常牽引力為其體重的 15%， $r = 0.05$ ，則其所能牽引的正常載重為其體重的 3 倍。如做農田工作，則須事先求出用某種農具工作時某種土面所產生的阻力，在馬的牽引力能勝過此種阻力的情形下不迫使其超出所容許範圍的速度。在此方面，蘇聯養馬研究所已進行一系列的試驗，以測定各種工作條件下的阻力與阻力係數；吾人當可取資參考，以作進行同樣試驗的準備。

標準應用舉例：

1) 設有馬體重 500 公斤，按其正常輓力每日工作 8 小時，試問需馬料單位若干？

解：查表 8，維持需 5.5 飼料單位，正常馬力為 0.74，因之每日的工作量為  $0.74 \times 8 = 5.92$  馬力小時，因之工作需 5.92 飼料單位。∴ 此馬每日共需約 11.4 個飼料單位。

2) 今有體重 650 公斤的馬一匹，在路面與車輪之間的阻力係數為 0.03 時可載重若干公斤，始能產生其正常的馬力？又產生此馬力時須工作若干小時始能消耗 15 個飼料單位？

解：根據公式 (2)，體重為 650 公斤的馬的正常牽引力為

$$F = \frac{650}{9} + 12 = 84 \text{ 公斤}$$

由公式 (3)，載重 (車重在內)

$$L = \frac{84}{0.03} = 2800 \text{ 公斤 (約 4.3 倍其體重)}。$$

又此馬的維持量為 6.5 個飼料單位，

$$\therefore \frac{15 - 6.5}{0.92} = 9.24 \text{ 小時。}$$

#### 四. 討 論

馬的工作種類甚多；無論其為運輸工作或農田工作，其中的條件都不一致。同時路面的好壞，車輛的構造，土壤的鬆緊、乾濕、農具的種類、大小等等都足以影響馬的工作

效率,而改變其所完成的工作量,因此馬的工作難於衡量,並非由於人們的努力不够,實工作的性質本身有以使然。雖然如此,但過去之缺乏一種適當的尺度用來衡量工作,對於此種情況實為一重大原因,因既不能衡量,則大小多少,純憑臆測,無法合乎科學矣。本文在此方面雖提出了一定的辦法,但此實為此方面工作之起點,而非其告成,例如在各種主要農具及車輛的使用方面,吾人所須努力之事正多:如測定在某種土壤中用某種農具(犁、耙等)耕作時,其阻力為何,用某種車輛在某種路面上運輸時其阻力係數為何,以一定載重在一定路面進行時馬行走的速度,作某種農田工作時的速度等等。同時本文中所提出的維持及工作標準亦不過是由參考各家的標準得來,祇能作為一種臨時性的和初步的數字,尚需在各種實際的氣候和農業條件下逐步予以修正,以便適用於該地區,因此絕非一種最後的結論,可以無限制推行也。但無論如何,作者深信採用本文中所建議的辦法,即以馬力小時為單位用來衡量工作,並測定每馬力小時的飼料單位需要較之過去公斤公尺或甚至工作小時數要簡易得多,最終必能導致一種情況,即使役馬的飼養達到乳牛的飼養同樣準確的程度,即計役授糧,正如乳牛的計乳(測定產乳量與乳脂率)授糧一樣。

此外,結合我國目前農業合作化的情況,大田耕作勢必傾向於機耕,役馬用途不得不逐漸轉移至山區,以及不能用機器的某些工作,關於各種常數的測定,亦必須結合此種即將到來的前景,茲特予以聲明,幸注意及之。

## 五. 結 論

本文所獲得的結果如下:

- 1) 對於現有的役馬飼養標準作了一個總的評述,指出其優點缺點,以及其尚待改進之處。
- 2) 發現波波夫的工作標準太低,不合應用。
- 3) 對於其他各家的標準分別維持與工作作了全面的比較。
- 4) 提出了馬力小時作為衡量工作的基本單位。
- 5) 確定了每馬力小時所需的飼料單位,即 1 個馬力小時需補給 1 個飼料單位。
- 6) 求出了馬力與體重的關係。
- 7) 提出了役馬的新標準,根據工作的多少計役授糧。新標準中的維持標準係採用波波夫的標準,而工作標準則採用蘇聯養馬研究所的標準(此標準與莫利遜的標準相符)。
- 8) 指出了今後試驗工作所應採取的方向。

## 參 考 文 獻

- [ 1 ] 林敦：動物營養與飼養學：389。
- [ 2 ] 波波夫：家畜飼養學，東北農學院譯稿：267。
- [ 3 ] 莫利遜：飼料與飼養，(1950)，246。
- [ 4 ] 波波夫：家畜飼養學，(1947)。
- [ 5 ] 林敦：動物營養與飼養學，(1927)。
- [ 6 ] 布羅第：生長的生物能，(1945)，956。
- [ 7 ] 湯姆遜：生長與體形，(1942)，194。
- [ 8 ] 波波夫：飼養標準與飼料表，(1955)，67。
- [ 9 ] 梅納德：動物營養學，(1947)，454。
- [ 10 ] 莫利遜：飼料與飼養，(1950)，906。
- [ 11 ] 庫瑞亞肖夫：畜牧學原理，164。

## A NEW FEEDING STANDARD FOR DRAFT HORSES

J. S. Wu

*(Dept. of Animal Husbandry)*

## Summary

The present paper gives a short but analytic survey of current feeding standards for draft horses, and draws attention to the fact that while these differ to a marked degree among themselves, none gives a really satisfactory account of the amount of food to be fed a working animal on the basis of a given definite amount of work. This is presumably due to the lack of a simple, adequate unit for work, but the case is rendered the more acute by the employment of such units as the foot-pound and the kilogram-meter, which entail millions of units for a horse working several hours a day. The natural unit, it is proposed, is the horse power-hour, which is very easy to gauge because the number of working hours can be registered while horse power is related to body weight. On this basis, it has been possible to devise a new standard, one based on the fact that the most suitable allowance is one Soviet feed unit for one horse power-hour of work, a result which the author obtained after testing out the various old standards. Popov's standard, the one in current use in the country, is shown to be totally inadequate, as it assumes a net efficiency of from 60 to 166%, as against only one of 45% in the new standard.

The new standard gives the normal horse power to be expected of an animal on the basis of its weight; which, when multiplied by the number of working hours, gives the number of feed units required. It is thus very easy to calculate, and added to the maintenance allowance, yields the total daily requirement in question. For maintenance, however, the standard of Popov is retained, as it seems to be the optimum one after a comparison of all the standards, and further is in agreement with the minimum standard of Morrison.