

国产饲料的饲料

单位近似数值
测定

國產飼料的飼料單位 近似數值測定

中華人民共和國農業部國營農場管理總局編

科學技術出版社

內 容 提 要

我國當前還沒有統一的飼料單位制，這不僅對於畜牧業的研究和從業人員感到工作上的困難，並且對於我國畜牧業的發展，也是不利的。

本書為農業部國營農場管理總局依據蘇聯的標準，參考國內的材料，加以比較和分析，提出我國飼料單位近似數值測定法，同時附列了一些重要的參考資料，適作畜牧研究機構、學校及農、牧場在家畜飼養工作中的參考。

國產飼料的飼料單位近似數值測定

編者 中華人民共和國農業部國營農場管理總局

*

科學技術出版社出版

(上海建國西路336弄1號)

上海市書刊出版業營業許可証出〇七九號

上海市印刷五廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號：16119·25

開本850×1168 1/32·印張1·字數20,000

一九五六年九月第一版

一九五六年九月第一次印刷·印數1—2,500

定價：(10)二角

國產飼料的飼料單位近似數值測定

中華人民共和國農業部國營農場管理總局編

科學技術出版社

前 言

这本“國產飼料的飼料單位近似数值測定”小冊子，是由本局生產指導處陸思曼同志和有關同志共同擬定，作為國營農、牧場工作中的參考材料而編的。

飼料單位的測定問題，到現在還沒有有一致的意見，我國目前還沒有一套飼料單位制。这本小冊子所介紹的方法，僅僅是求出飼料單位的近似数值，使畜牧實際工作中的飼料換算和配合，比較簡便省事。我們也知道，這種近似数值的測定還存在着一定的缺點。現在所以把它發表出來，一方面是為着便於採用飼料單位制的換算和日糧配合上的方便；最主要還是把這些材料集中一下，供給畜牧科學工作者在研究制定適合我國的飼料單位時的參考。同時請各方面的專家批評，以便再版時修正。

這種近似数值測定方法的最大缺點，就是對某種沒有經過消化試驗得出消化系数的飼料，雖然有化學成分的分析，但這種方法還不能夠應用，它只限於已有淀粉價或消化系数的飼料。因此，這種近似数值的測定方法，在應用範圍上就受到一定的限制。例如：水浮蓮、浮萍是南方喂豬的好飼料，雖然有了化學分析，而飼料單位在目前尚計算不出來。但是，只要飼料具有消化系数或者是具有淀粉價，都可以依照本書的公式很快地和簡便地計算成飼料單位，這在國營農、牧場和農業生產合作社集體飼養牲畜中的飼料配合上和保證牲畜足夠的營養上，是具有重要意義的。

為着使畜牧工作者在計算國產飼料配合日糧上的方便，我們把東北農業科學研究所用淀粉價換算成的飼料營養價值表，也選

國產飼料的飼料單位近似數值測定

錄在本書里；同時，又用我們提出的飼料單位近似數值測定方法，把東北農業科學研究所表中所沒有的飼料，也加以計算，另列一表以供參考。

中華人民共和國農業部國營農場管理總局

一九五六年五月

目 錄

前言

國產飼料的飼料單位近似數值測定.....	1
現代通行的幾種飼料營養價值鑒定方法.....	1—3
為什麼要推薦蘇聯飼料單位制.....	3—4
現行蘇聯飼料單位與凱爾納淀粉價的關係.....	4—6
東北農業科學研究所由淀粉價換算的飼料單位.....	6—7
我們提出的飼料單位近似數值測定法.....	7—10
附表	11—26
(1) 精飼料及塊根塊莖飼料的實價率	
(2) 家畜每攝食粗飼料中的粗纖維 1 公斤所消耗的淀粉價或體脂肪量	
(3) 東北農業科學研究所測定的飼料營養價值表	
(4) 國營農場管理總局測定的飼料營養價值表	

國產飼料的飼料單位近似數值測定

在國營農、牧場畜牧生產實踐中，飼養標準和配合日糧，國內還沒有一定的標準，一般是參考蘇聯的飼料單位制；同時，國營農、牧場和各地農、牧場的領導機關所擬定的飼料定額、飼養方案，大都是以飼料單位為基礎的。但是，在配合日糧工作中就常會遇到一些國產的飼料如甘薯蔓、花生藤、豆腐渣、白酒糟等是蘇聯飼料營養價值表中所沒有的，而蘇聯飼料營養價值表中所列的紅三葉、蘇丹草等飼料，又常是農、牧場中所沒有，或僅有少量的栽培，還不能大量的應用。因此，在畜牧生產過程中，飼養標準的確定和日糧的配合上，就常會遇到無法計算飼料單位的困難。為了解決這一問題，我們提出一種根據飼料化學組成和消化率來測定飼料單位近似數值的方法。這種測定方法僅僅是求出近似數值，而不是非常精密正確的。因為蘇聯飼料單位制的飼料營養價值表，多數飼料都是通過氮碳平衡（呼吸試驗）直接測定，只有一部分飼料，是用數學方法測定的。在介紹測定方法以前，還要把現代畜牧科學界通行的幾種飼料營養價值鑒定方法和我們為什麼要採用飼料單位制等幾個問題，預先說明一下。

現代通行的幾種飼料營養價值鑒定方法

通行的飼料營養價值鑒定方法中，第一是美國的莫理遜教授（F. B. Morrison），他在1915年以德國的吳、雷二氏（Wolff & Lehmann）的方法為基礎，提出了一種鑒定方法，1936年曾加修

訂，1948年又加一次修訂。这是根据消化試驗，以飼料中所含的干物質、可消化蛋白質和可消化总营养分三項为主，來鑒定飼料的营养价值。但这种方法存在着許多的缺点。因为“可消化”并不等于被家畜有机体“所利用”，更不能表示出飼料在家畜体内实际的生產效能。第二，是德國的凱尔納教授(O. Kellner)，他应用氮碳平衡(呼吸試驗)，測定了16种主要飼料的純营养物質在閹牛体内沉積的体脂肪量，認為是純营养物質的生產效能，并以1公斤淀粉在閹牛体内沉積体脂肪248克作为飼料的比較單位，称作“淀粉价”，对于其他的飼料，都是根据化学組成和消化率，以淀粉价作比較單位，用数学方法測定它的生產效能。第三，是美國的阿牟斯拜教授(H. P. Armsby)，他在凱尔納的基礎上，又通过热能平衡(呼吸測热試驗)測定了8种主要飼料，以飼料在家畜有机体内產生的淨热能代表营养价值，單位称“千大卡”(Therm)。這兩种方法，也存在着不少的缺点。1951年全苏列寧農業科学院第35次全体大会，已經批判了凱尔納和阿牟斯拜單純按照生產效能來鑒定飼料的营养价值，本質上是一种反科学的方法。第四，是丹麥和其他斯堪地那維亞國家的飼料單位，以1公斤大麥作标准的比較單位，來計算飼料的营养价值，这种方法僅依照飼料成分及其他特性來鑒定飼料的总营养价值，苏联学者也批判它是不科学的。第五，苏联的飼料單位，是在1922年，由俄罗斯苏維埃联邦社会主义共和國人民農業委员会制訂了統一的飼料單位制度，根据飼料的生產价值作为鑒定飼料营养价值的基礎。这种生產价值是根据它在停止生長的成年閹牛体内所沉積的脂肪量(克)或淨热能(大卡)的多少，來确定的。苏联飼料單位是以1公斤中等品質的燕麥作为1个飼料單位，它的生產价值是在閹牛体内沉積脂肪150克或淨热能1,414大卡。因此，在拟定飼料作物栽培計劃、飼养計劃和标准日粮时，都可以用这种飼料單位作标准，与各种飼料來比較营养价值。

苏联飼料單位的本質，还待繼續深入地研究。因为飼料的生產价值要因家畜的种类、年齡、生產性能的不同，而有一些的變更。例如，飼料若用于泌乳生產較比用于育肥生產，它的生產价值要高出 20%；同时，飼料的生產价值，又决定于日糧的配合，日糧是否有完全的营养价值以及維生素和礦物質的含量，都能影响飼料本身生產价值的大小，这些問題，都不是現行的飼料單位所能表达出來的。全苏列寧農業科学院第 35 次全体大会向各科学研究机关提出，需要更進一步地組織研究鑒定飼料营养价值的方法，在新的飼料單位沒有拟定以前，委员会建議仍沿用現行的飼料單位。苏联托邁教授(М. Ф. Томмэ)在“畜養業” 1955 年 5 月号，曾發表根据畜產品的热能，來拟定各种不同家畜的不同飼料單位的新方法。但同刊 12 月号，捷尼索夫教授(Н. И. Денисов)批判了这种新方法，認為托邁教授根据畜產品与凱尔納根据飼料生產效能的飼料营养价值鑒定方法，本質上是相同的。

为什么要推荐苏联飼料單位制

新飼料單位制的爭論还没有統一，現行飼料單位又存在着上述一些缺点，但是，應該注意的，这些缺点并不是現行苏联飼料單位所独有，而是現行飼料营养价值鑒定各种方法中所共有的。并且苏联飼料單位制对于飼料本身的特性和它在家畜体内所形成的生產价值，都考慮的比較全面，在目前还是一种鑒定营养价值的較好方法；虽然也被指出了一些缺点，但是并不等于說它不如旧的。

我們國家在現階段中，对于飼料营养价值的鑒定所做的工作，只有化学分析，連消化試驗都做得很少。至于呼吸試驗和呼吸測熱試驗，因为限于技術水平和設備条件，还没有着手去做。如果有人說：“既然我們只能做化学分析，那么在畜牧生產實踐中，不如就根据飼料的化学組成，再計算一下营养比，來配合日糧。”我們認

为这是一种复辟思想。这种古老的方法，已不能解决現代畜牧生產实践中的問題，尤其在“多方面开辟飼料來源”的号召下，采用这种方法配合日粮更会造成重大的錯誤。例如，單从化学組成上來看，亞硫酸处理的鋸屑，营养价值也許会和馬鈴薯差不多，但是，实际上它的营养价值是“負值”，根本不能用作飼料。

苏联飼料單位制对于畜牧生產实践，确实有着不少寶貴的貢獻，在拟定飼料栽培計劃上，在計算飼料基地單位面積生產上，在制定飼养計劃上，都非常便利，这是農、牧場中从事实际工作的同志們所共知的。另外一方面，在比較飼料的商品价格时，如果我們所采用的是莫理遜飼料营养价值鑒定法，就得先背誦熟了皮得遜氏(Peterson)的玉米常数和豆餅常数，才能去計算；如果我們所采用的是苏联的飼料單位，对于几个同种类的飼料（例如豆餅、花生餅和亞麻仁餅）進行比較，只需把可消化蛋白質（克）乘以0.5（因認為蛋白質的价格，应比其他营养物質高半倍），加上飼料單位（克），去除它的商品价格，那一个的商数最小，就是最便宜的飼料。这样計算起來是非常簡便的。

为了上述这些理由，虽然我們现实条件上有困难，还不能应用呼吸試驗或呼吸測热試驗去直接鑒定飼料的营养价值，但是，我們的畜牧業在現階段中，仍以采用苏联飼料單位制，比較正确和便利一些。

現行苏联飼料單位与凱尔納淀粉价的关系

上面說过的捷尼索夫教授，在“畜养業”12月号中指出：“苏联現行的飼料营养价值鑒定方法有兩種：一种是根据飼料的可消化蛋白質、脂肪、无氮浸出物和纖維的生產效能來測定；另一种方法是在基礎日粮中加入試驗飼料，或用試驗飼料代替一部分基礎日粮來測定。第一种方法是凱尔納的方法，苏联在这方面曾做了很

多的工作,所得的結果,都載入畜牧实践所使用的飼料营养价值表中……”。捷尼索夫教授对这些方法是以批判的态度提出來的,但是,我們由此可以知道,現行的苏联飼料單位,有一部分是根据飼料的化学組成和消化率,用凱尔納的方法測定的。因此,我們可以把飼料單位和淀粉价放在一起,研究一下它們的相互关系。

苏联飼料單位制認為, 1 公斤不同的可消化营养物質在閩牛体内沉積的脂肪数量如下:

表 1

飼料中可消化营养物質 1 公斤	沉 積 脂 肪 (克)
眞蛋白質	235
各种不同飼料的脂肪	474~598
淀粉及纖維	248

凱尔納教授認為, 1 公斤不同的純营养物質,在閩牛体内沉積的脂肪或形成淀粉价如下:

表 2

純营养物質 1 公斤	沉積脂肪(克)	淀 粉 价
眞蛋白質	235	0.94
干芻、根菜及其副產物中的脂肪	474	1.91
谷类及其副產物中的脂肪	526	2.12
油籽及油餅中的脂肪	598	2.41
無氮浸出物及粗纖維	248	1.00
蔗糖	187	0.75

从上面兩表中可以看出,兩種方法所測定的沉積体脂肪量,基本上是相同的。因此,單从数学方法的測定上來看,我們可以找出飼料單位和淀粉价相互換算的数值。

前面已經說过, 1 个飼料單位是 1 公斤中等品質燕麥的营养价值,它的生產价值指标是在閩牛体内沉積脂肪 150 克;而 1 个淀

粉价是 1 公斤淀粉的营养价值，它的生產效能指标是在閹牛体内沉積脂肪 248 克。这样，就可以明瞭，飼料單位和淀粉价是可以相互換算的：

$$1 \text{ 飼料單位} = \frac{150}{248} = 0.6048 \text{ 淀粉价}$$

$$1 \text{ 淀粉价} = \frac{248}{150} = 1.653 \text{ 飼料單位}$$

如果我們已知某種飼料的淀粉价，就可以依照下列二種公式之一，把它換算成飼料單位：

$$\text{甲、淀粉价} \times 1.653 = \text{飼料單位}$$

$$\text{乙、淀粉价} \div 0.6048 = \text{飼料單位}$$

在換算上，乙公式是多位數的除法，計算時不方便；以甲公式比較切合實用。

東北農業科學研究所由淀粉价 換算的飼料單位

東北農業科學研究所，以前曾對國產飼料做了不少的化學分析，用綿羊做了消化試驗，并用凱爾納法計算成淀粉价。1955 年 10 月又用“淀粉价 $\times 1.653 =$ 飼料單位”的公式，把這些舊材料換算成飼料單位，印成飼料營養價值表，分送各有關單位參考。這項工作對於畜牧生產實踐上，確實解決了不少的問題（見本書附表 3）。

用淀粉价換算成飼料單位的方法，還存在着一個問題，就是淀粉价中的蛋白質是用可消化真蛋白質計算的。根據蘇聯的試驗結果，已証實醯胺在家畜體內——特別是反芻動物，具有與氨基酸同樣的組成作用。因此，全蘇列寧農業科學院第 35 次全體大會已議決

今后的飼養標準和飼料單位改用粗蛋白質計算。這樣，便顯得由淀粉價換算成的飼料單位比實際的營養價值略小一些。我們認為：既然有了化學分析和消化率的材料，就可以直接測定飼料單位，用不着先測定淀粉價，再換算成飼料單位了。

我們提出的飼料單位近似數值測定法

我們所提出的，也是根據凱爾納測定淀粉價的方法，把它略作一些改變，以測定各種飼料的飼料單位近似數值。

凱爾納在他的試驗中發現，各種不同飼料的純營養物質，被家畜體所利用的程度，與本書第5頁表2所列的數值，還有一些差異。例如，中粒燕麥是表中數值的95%，豌豆是98%，凱氏把這些數值百分差稱作“實價率”，在測定各種精飼料和塊根塊莖飼料的生產效能以後，還要根據該飼料的實價率，再打一個折扣，各種不同飼料的實價率見本書後面附表1。

對於粗飼料（包括干筍、稿杆、谷壳和青草）中純營養物質所能被家畜利用的程度，凱氏發現它更有顯著的差別。因為家畜對粗飼料的咀嚼和消化，要耗去許多的熱能，家畜每攝食粗飼料中的粗纖維1公斤，不論它能否被消化吸收，就要影響家畜體降低體脂肪沉積量72~143克，或淀粉價0.29~0.58。因此，對於粗飼料初步計算生產效能以後，不使用實價率去打折扣，而是根據該飼料所含粗纖維的數量（不是可消化粗纖維的數量），減去它所消耗的體脂肪或淀粉價的數量（見本書後面附表2）。

凱氏測定淀粉價的方法有兩種：一種是根據飼料的化學組成，把真蛋白質、粗脂肪、無氮浸出物和粗纖維，分別乘以該飼料該營養物質的消化率，再分別乘以該營養物質的淀粉價，加到一起以後，再乘以該飼料的實價率（對精飼料和塊根塊莖飼料），或減去為消化粗纖維所消耗的淀粉價（對粗飼料），得數就是該飼料100公

斤所含的淀粉價(因為化學組成是按百分率計算的);另一種方法,也是根據飼料的化學組成,把真蛋白質、粗脂肪、無氮浸出物和粗纖維,分別乘以該飼料該營養物質的消化率,再分別乘以該營養物質在家畜體內所沉積的體脂肪量,加到一起以後,再乘以該飼料的實價率或減去為消化粗纖維所消耗的體脂肪量,除以 248,得數就是該飼料 100 公斤所含的淀粉價。

我們所提出的飼料單位近似數值測定方法,就是採用凱氏的第二種方法,不過把真蛋白質換成粗蛋白質,並且在最後不除以 248,而是除以 150,得數就是該飼料 100 公斤所含的飼料單位。

這種方法在實際應用上,對某種飼料準備進行飼料單位測定時,首先要找的材料是該飼料的化學組成,這是不太費事的,國內各農業科學研究機關都發表過不少的材料。假如沒有的話,農場也可以送些樣品,請他們去分析。第二,是該飼料的消化率,假如有國內的消化試驗報告材料,當然盡先引用;假如沒有,可以參照國外的。因為外國家畜作消化試驗所得的係數,只能比中國家畜略低一些,不致不能滿足中國家畜的生理需要。關於這一問題,許振英教授也主張可以引用外國的消化率,來測定國產飼料的可消化營養分,並且指出:“引用外國的消化率,很可能低估了國內飼料的可消化營養素;換言之,中國家畜可能需要較少的飼料,獲得等價的營養。”因此,引用外國的消化率來測定國產飼料的可消化營養分,絕不會估計過高,還是可以用的。第三,是各種不同飼料的各種營養物質,在家畜體內沉積脂肪的數值,可參看本書第 5 頁表 2 凱爾納的資料。第四,是精飼料和塊根塊莖飼料的實價率,可參看本書後面附表 1,假如表中沒有,依凱氏的意見,可以引用同種類而性質相近的飼料的實價率去替代。第五,是對粗飼料所應減去為消化粗纖維所消耗的體脂肪量,可參看本書後面附表 2。

具備以上五項材料以後,就可以依照下列的三種公式,進行飼料單位的測定:

甲、精飼料所用的公式

$\{(\text{粗蛋白質} \times \text{粗蛋白質消化率} \times 235) + (\text{粗脂肪} \times \text{粗脂肪消化率} \times 526 \text{ 或 } 598) + [(\text{無氮浸出物} \times \text{無氮浸出物消化率} + \text{粗纖維} \times \text{粗纖維消化率}) \times 248]\} \times \text{實價率} \div 150 = \text{飼料單位}$

編者注：公式中的 526 或 598，對於谷類及其副產物用前者；對於油籽及油餅用後者。

乙、塊根塊莖飼料所用的公式

$\{(\text{粗蛋白質} \times \text{粗蛋白質消化率} \times 235) + (\text{粗脂肪} \times \text{粗脂肪消化率} \times 474) + (\text{無氮浸出物} \times \text{無氮浸出物消化率} \times 187) + (\text{粗纖維} \times \text{粗纖維消化率} \times 248)\} \times \text{實價率} \div 150 = \text{飼料單位}$

編者注：公式中對可消化無氮浸出物乘以 187，而不乘以 248 的理由，依凱氏的意見，塊根塊莖飼料中的無氮浸出物，大部分是雙糖或單糖，含有較多的結晶水，營養價值低於淀粉，只能按蔗糖計算。

丙、干芻、稿杆、谷壳及青草所用的公式

$\{(\text{粗蛋白質} \times \text{粗蛋白質消化率} \times 235) + (\text{粗脂肪} \times \text{粗脂肪消化率} \times 474) + [(\text{無氮浸出物} \times \text{無氮浸出物消化率} + \text{粗纖維} \times \text{粗纖維消化率}) \times 248] - (\text{粗纖維} \times 72 \text{ 至 } 143)\} \div 150 = \text{飼料單位}$

編者注：公式中的 72 至 143，是根據粗飼料的種類和所含粗纖維的多少，而乘以不同的數字，可參看本書後面附表 2。

為了証實這種測定方法的實用性，我們先選一個蘇聯已有飼料單位數值的燕麥作為計算例題，所用的化學分析材料，也是根據蘇聯農業百科全書的；然後再計算一下蘇聯沒有飼料單位數值的花生藤，作為粗飼料的例題。

已知燕麥的化學組成是：粗蛋白質 8.7，粗脂肪 4.4，無氮浸出物 61.0，粗纖維 8.2；消化率是：粗蛋白質 78%，粗脂肪 87%，

无氮浸出物 81%，粗纖維 3.5%，試求其飼料單位，代入公式即是：

$$\{(8.7 \times 0.78 \times 235) + (4.4 \times 0.87 \times 526) + [(61 \times 0.81 + 8.2 \times 0.035) \times 248]\} \times 0.95 \div 150 = 100.9$$

通过上面的計算，就知道燕麥每公斤含有 1.00 飼料單位，可消化粗蛋白質 67.86 克。

再如，花生藤的化学組成是：粗蛋白質 9.6，粗脂肪 3.1，无氮浸出物 45.3 粗纖維 24.3；消化率是：粗蛋白質 72%，粗脂肪 80%，无氮浸出物 72%，粗纖維 52%，試求其飼料單位，代入公式即是：

$$\{(9.6 \times 0.72 \times 235) + (3.1 \times 0.80 \times 474) + [(45.3 \times 0.72 + 24.3 \times 0.52) \times 248] - (24.3 \times 143)\} \div 150 = 63.26$$

花生藤每公斤含有 0.63 飼料單位，可消化粗蛋白質 69.12 克。

× × ×

× × ×

× × ×

上列測定方法所求出的結果，只称作近似數值。原因是实价率和为消化粗纖維所消耗的体脂肪數值，其中除主要的 16 种飼料是凱氏直接測定的以外，其余都是凱氏对照估計出來的。莫理遜也曾批評过，認為实价率是由凱尔納随意加減而成的。因此，各國飼养学家在計算淀粉价时，也常根据家畜飼养的实际情况，把实价率略作一些改变。目前，在苏联利用化学組成和消化率測定飼料單位时，所用的方法，与我們所提出的飼料單位近似數值測定方法，也不完全相同。測定近似數值的方法虽有缺点，但比起用苏联飼料营养价值表中某一种飼料的數值，硬行替代國產另一种飼料的數值，就要正确多了。也就是說，用近似數值測定的方法，在畜牧生產實踐中，有較优越的实际使用价值。