

动物营养学

上册

王棟著

序

營養爲動物之切身問題。動物體熱能之來源，新組織之構成，及各種生活機能之運行，皆有賴於食物以供給養料。動物之如何利用食物所含養料以產生熱能，或綜合爲新組織，或推行各種生活機能，皆屬營養上之問題。營養不僅與人生有密切之關係，尤爲經營畜牧業成敗之關鍵。蓋人體營養情形之優劣小之足以影響個人之強弱，大之足以決定民族之興替。至畜禽之飼養，欲增加生產之效率，並防治疾病之發生，尤須注意營養。

年來學者鑒於營養之重要，乃紛起研究，歐美各國皆設立動物營養研究院，從事探索營養問題，時有新穎重大之進展。卽市上銷售之食品亦常以如何富含要素，如何有益身體相號召。營養不僅爲學者研究之對象，且爲民衆應具之常識。營養學遂成爲獨立之學科，且爲學校必修之科目。國人近亦漸知營養之重要，加以研習。著者爲適應需要起見，先後於國立西北農學院及前國立中央大學農學院開授動物營養學，並就所用教材編著本書以饗學者。

本書內容共分三卷，第一卷爲營養之原理，第二卷爲食料營養價值之估計，第三卷爲各種動物營養上之需要。初稿寫於武功，近又儘量引集新鮮材料，加以增補，力求詳備，惟缺陷錯誤仍所難免，尙祈學者予以指正，不勝感幸。

1950年7月20日王棟序於南京大學農學院

目次

卷一 營養之原理

第一章 緒論.....	1
第一節 營養與動物.....	1
第二節 動物營養學之定義及內容.....	3
第三節 動物營養學與其他學科之關係.....	4
第四節 營養學之歷史.....	5
第五節 營養學最近之發展.....	11
第六節 結論.....	12
第二章 動物體及其食物.....	15
第一節 概述.....	15
第二節 動物與植物.....	16
第三節 植物及其生產物之化學成分.....	20
第四節 動物體之成分.....	24
第五節 動物體除去油脂後之成分.....	31
第六節 結論.....	33
第三章 水與動物.....	35
第一節 概述.....	35
第二節 水之性質.....	36
第三節 水在動物體內之功能.....	37
第四節 動物體內水分之來源.....	39
第五節 動物體內水分之去路.....	42
第六節 動物體水分之平衡.....	44
第七節 特種食畜之需水量.....	46
第八節 結論.....	48
第四章 碳水化合物.....	50
第一節 概述.....	50
第二節 單糖類.....	51
第三節 雙糖類.....	56

第四節	高級糖類	66
第五節	多糖類	60
第六節	其他碳水化合物	65
第七節	結論	67
第五章	油脂類化合物	69
第一節	概述	69
第二節	油脂類化合物之分類	70
第三節	油脂之成分	71
第四節	油脂之性質	74
第五節	其他油脂類化合物	77
第六節	結論	81
第六章	蛋白質	84
第一節	概述	84
第二節	蛋白質之成分及性質	85
第三節	氨基酸	88
第四節	蛋白質之分類	97
第五節	蛋白質之鑑定	101
第六節	結論	108
第七章	蛋白質之營養價值	105
第一節	重要蛋白質中各種氨基酸之含量	105
第二節	主要氨基酸之營養價值	105
第三節	必要氨基酸與非必要氨基酸	112
第四節	蛋白質依據營養價值之分類	114
第五節	蛋白質在營養上之補充作用	115
第六節	飼養試驗與氨基酸之測定	117
第七節	氨基酸在營養上之其他功能	118
第八節	結論	121
第八章	消化與吸收	123
第一節	概述	123
第二節	消化器之構造	124
第三節	血液與淋巴之循環	130
第四節	消化之機械作用	133
第五節	消化液	136

第六節 結論	147
第九章 消化與吸收(續)	150
第一節 酵素	150
第二節 碳水化合物之消化	156
第三節 油脂之消化	159
第四節 蛋白質之消化	160
第五節 其他養料之消化	163
第六節 養料之吸收	163
第七節 糞	168
第八節 結論	169
第十章 養料之新陳代謝	172
第一節 新陳代謝之意義	172
第二節 碳水化合物之新陳代謝	172
第三節 油脂之新陳代謝	179
第四節 蛋白質之新陳代謝	187
第五節 結論	198
第十一章 動物體之無機質元素	202
第一節 概述	202
第二節 鈣	204
第三節 磷	212
第四節 鈉, 鉀, 氯	219
第五節 鐵, 銅	223
第六節 結論	232
第十二章 動物體之無機質元素(續)	236
第一節 碘	236
第二節 硫	241
第三節 鎂	245
第四節 其他無機質元素	248
第五節 酸鹼之平衡	253
第六節 結論	260
第十三章 維生素	264
第一節 概述	264
第二節 維生素A	268

第三節 維生素D	288
第四節 維生素E	299
第五節 結論	303
第十四章 維生素(續)	308
第一節 維生素B類化合物概述	308
第二節 維生素B ₁ 或硫胺素	312
第三節 維生素B ₂ 或核糖黃素	323
第四節 菸草酸或抗蜀黍毒素	330
第五節 其他維生素B類化合物	334
第六節 維生素C	341
第七節 其他維生素	349
第八節 維生素間及其與其他種物質相輔相濟之關係	353
第九節 結論	358

卷二 食料營養價值之估計

第十五章 消化試驗	365
第一節 概述	366
第二節 消化率之鑑定	366
第三節 消化試驗之實例	368
第四節 消化試驗之檢討	370
第五節 鑑定消化率之其他方法	373
第六節 總消化養分及養分比率	374
第七節 影響消化率之因子	376
第八節 結論	382
第十六章 生產試驗	385
第一節 生產試驗之原則及方法	385
第二節 活重試驗	386
第三節 活重試驗之檢討	389
第四節 屠宰試驗	390
第五節 屠宰試驗之檢討	394
第六節 生產試驗之方式	395
第七節 結論	396
第十七章 平衡試驗——物質之平衡	398

第一節 概述	398
第二節 氮之平衡	399
第三節 氮碳之平衡	401
第四節 碳質之平衡	402
第五節 動物體氣體進出之測定	403
第六節 呼吸係數	406
第七節 呼吸係數之應用	409
第八節 結論	413
第十八章 食料之熱能量	415
第一節 概述	415
第二節 熱能之單位及其測定器	416
第三節 食料之熱能量與其成分之關係	420
第四節 養料之熱能量	422
第五節 食物熱能量之計算	423
第六節 結論	428
第十九章 動物體之熱能	430
第一節 動物體熱能之產生	430
第二節 動物之體溫	431
第三節 動物體溫之調節	433
第四節 動物體熱能之測定	438
第五節 動物體熱能之平衡	445
第六節 結論	447
第二十章 食料營養價值估計方法之比較	449
第一節 概述	449
第二節 Kellner 氏之澱粉當量	450
第三節 Armsby 氏等之淨熱值	452
第四節 影響淨熱值之因子	458
第五節 澱粉當量與淨熱值之檢討	461
第六節 北歐各國估計飼料營養價值之飼料單位制	464
第七節 結論	466
卷三 各種動物營養上之需要	
第二十一章 動物體之基本代謝作用	469

第一節	動物絕食時之分解作用	469
第二節	基本代謝作用	470
第三節	基本代謝作用之單位標準	474
第四節	人體基本產熱量之計算	479
第五節	影響代謝作用之因子	481
第六節	結論	489
第二十二章 維持		492
第一節	概述	492
第二節	絕食與維持時營養上需要之比較	493
第三節	維持時熱能之需要	494
第四節	維持時蛋白質之需要	499
第五節	維持時其他養料之需要	503
第六節	影響維持時營養上需要之因子	504
第七節	結論	506
第二十三章 生長		509
第一節	生長之意義及單位	509
第二節	生長與維持之比較	510
第三節	生長之速度及其測定	511
第四節	乳與哺乳幼動物之生長	515
第五節	內分泌與生長之關係	518
第六節	生長時所需之熱能	518
第七節	生長時所需之蛋白質	525
第八節	生長時所需之礦物質	531
第九節	生長時所需之維生素	533
第十節	動物年齡與食料利用效率之關係	534
第十一節	動物生長時營養不足與過多之影響	537
第十二節	結論	539
第二十四章 生殖		543
第一節	生殖之生理	543
第二節	胎兒之發育及成分	546
第三節	繁殖用動物應予以充分之食料	549
第四節	生殖時需要之養料	550
第五節	蛋之生產	555
第六節	結論	561

第二十五章 泌乳	564
第一節 乳腺之構造及發育	564
第二節 乳之分泌	569
第三節 乳之性質及成分	573
第四節 產乳所需之養料	579
第五節 影響牛乳成分之因子	584
第六節 影響牛乳產量之因子	591
第七節 結論	597
第二十六章 肥育	601
第一節 肥育之意義及目的	601
第二節 肥牛各時期之成分	603
第三節 動物體油脂之構成及積貯	604
第四節 肥育時需要之養料	607
第五節 影響油脂質地之因子	609
第六節 影響肥育效率之因子	612
第七節 結論	615
第二十七章 工作	618
第一節 工作及力之單位	618
第二節 肌肉熱能之來源	619
第三節 工作時養料之需要	624
第四節 工作之效率	625
第五節 影響役畜工作能力及效率之因子	628
第六節 結論	631
第二十八章 毛類之生產	633
第一節 毛之構造與性質	633
第二節 毛之成分	638
第三節 產毛所需之養料	641
第四節 影響羊毛質地之因子	642
第五節 影響羊毛產量之因子	646
第六節 結論	651

表之索引

表一 養料之種類，主要功能及其所含可供動物利用之元素	15
----------------------------------	----

表二	植物體內之元素及存在量	21
表三	植物體內之化合物	23
表四	主要飼料之成分	23
表五	家畜體之平均成分	25
表六	各種家畜成分之比較(消化器官內所含之物質不在內)	25
表七	主要動物蛋白質之成分	26
表八	主要動物油脂之成分	27
表九	各種動物全身灰分之成分	28
表十	各種動物骨骼灰分之成分	29
表十一	各種動物肌肉灰分之成分	29
表十二	動物體主要礦質之存量	30
表十三	各種動物每日之排尿量	42
表十四	主要禽畜每日排出之糞量及其所含之水分	44
表十五	油脂及碳水化合物成分之比較	71
表十六	各種脂酸之成分及融點	71
表十七	重要之純三脂酸甘油	74
表十八	蛋白質之成分	86
表十九	動植物蛋白質成分之比較	86
表二十	重要蛋白質分子量之估計	87
表二十一	重要蛋白質中各種氨基酸之存量	106
表二十二	各種家畜消化器官之容量	127
表二十三	各種家畜腸部之長度	128
表二十四	各種動物唾液之反應	137
表二十五	原酵素及其活動素	151
表二十六	重要酵素之種類	152

表二十七	畜體內養料之吸收面積	164
表二十八	各種糖被吸速度之比較	166
表二十九	人及牛尿液中碳及熱能與氮之比較	177
表三十	各元素在人體所佔之百分率	203
表三十一	乳液成分與生長率之關係	210
表三十二	各種乾食料每公噸之含碘量	239
表三十三	重要蛋白質硫氮二質之含量	244
表三十四	重要食物之含硫量	245
表三十五	重要礦質在禽畜肌肉中之存量	246
表三十六	維生素 A 與胡蘿蔔素性質之比較	269
表三十七	各種動物對於維生素 A 之最低需量	276
表三十八	四種主要牧草中氮與胡蘿蔔素之含量	277
表三十九	維生素 B ₁ 之受熱損毀量與 pH 之關係	313
表四十	各種動物對於硫氮素之最低需量	321
表四十一	各種動物對於核糖黃素需量之估計	329
表四十二	豬狗猴對於菸草酸之需量	333
表四十三	主要食物菸草酸之含量	333
表四十四	豬狗雞鼠等對於噻酸之需量	336
表四十五	乾三葉草之成分	368
表四十六	糞之成分	369
表四十七	消化試驗之結果	369
表四十八	精料消化率之鑑定	370
表四十九	主要飼料對於各種家畜消化率之比較	377
表五十	許氏豬種生長肥育比較試驗之飼料配合量	387
表五十一	許氏豬種肥育比較試驗記載表	388

表五十二	豬種生產力之比較	389
表五十三	許氏屠宰試驗之結果	392
表五十四	許氏之屠宰記錄	392
表五十五	豬體之成分	394
表五十六	乾三葉草及尿糞中之含氮量	400
表五十七	供試閩牛體氮質之進出情形	400
表五十八	供試閩牛體氮磷二質之進出量	402
表五十九	每百克體蛋白質分解時各種成分之去路	408
表六十	各種物質燃燒於氧氣測熱器內每消費一公升氧 所生之熱能量	419
表六十一	幾種主要化合物之成分及氧化時之產熱量	421
表六十二	主要養料之總熱量	422
表六十三	狗體之特種生熱作用	424
表六十四	主要食料之熱量	426
表六十五	人畜之體溫(肛門溫度)	432
表六十六	人體熱能去路之估計	434
表六十七	蒸發及輻射與傳導損失之熱與氣溫之關係	434
表六十八	豚鼠之體溫及呼出之CO ₂ 量與氣溫之關係	435
表六十九	主要動物之轉遞溫度	437
表七十	各種養料氧化時消耗一公升氧或產生一公升 CO ₂ 所生之熱量	441
表七十一	各種呼吸係數每消耗一公升氧或產生一定量 CO ₂ 所生之熱量	441
表七十二	氮磷平衡試驗之結果	443
表七十三A	測定乾貓尾草與穀粒淨熱量之記錄	454

表七十三B	每千克乾貓尾草之增生熱量	454
表七十三C	每千克一號混合穀粒乾物質之增生熱量	454
表七十三D	維持所需之淨熱量及其計算方法	455
表七十三E	乾貓尾草之淨熱量及其計算方法	456
表七十三F	穀粒之淨熱量及其計算方法	456
表七十四	每百磅可消化養料與飼料之淨熱量	457
表七十五	澱粉餵牛或豬時所生之熱量	459
表七十六	代謝熱量中用以產乳或產肉之效率	460
表七十七	澱粉當量與淨熱值之比較	461
表七十八	重要飼料對於乳牛所具之飼料單位價值	464
表七十九	閹牛在試驗期間之進食量與熱能產生量	473
表八十	閹牛基本代謝作用產生之熱量	473
表八十一	狗體放熱量與體重體表之關係	475
表八十二	各種動物體放熱量與體重體表之關係	476
表八十三	計算體表面積之常數值	477
表八十四	Dubo's 氏所定人之體表面積(平方公尺)查對表	478
表八十五	圓球體積與體表之關係	481
表八十六	人體各時期之基本代謝作用	482
表八十七	體重、體高及體表均相接近之男女體內基本代謝作用之比較	484
表八十八	人體絕食及進食時之代謝作用	486
表八十九	閹牛之產熱量(十二小時站立,十二小時臥下)	487
表九十	人體各種活動所生之熱量	488
表九十一	豬維持時所需之新陳代謝熱	495
表九十二	豬維持時所需之淨熱量	495

表九十三	綿羊維持時所需之熱量	496
表九十四	按體表標準計算牛羊維持所需之淨熱量	497
表九十五	馬維持時所需之新陳代謝熱	498
表九十六	母雞維持時所需之淨熱量	498
表九十七	雞體維持時所需之新陳代謝熱	499
表九十八	主要畜禽維持時熱能之需量	506
表九十九	主要動物各時期體重佔長成動物體重之百分數	512
表一百	Holstein 小牛體重增加之絕對量	514
表一〇一	人類胎兒之生長速度	515
表一〇二	小牛各生長時期每日平均增加之體重及積貯之 熱量(以活重 1,000 磅為標準)	522
表一〇三	豬各生長時期每日平均增加之體重及積貯之熱 量(以活重 1,000 磅為標準)	523
表一〇四	來航小公雞生長所需之淨熱量	524
表一〇五	牛體生長時蛋白質之需量	526
表一〇六	綿羊生長時需要之蛋白質	527
表一〇七	幼豬生長時蛋白質之需量	528
表一〇八	豬體各時期每增重百市斤所需之飼料	535
表一〇九	主要家畜之發情期,發情週期,排卵期及適當之 交配期	545
表一一〇	長成之牛豬及其胎兒體之成分	548
表一一一	母豬懷孕時子宮內每日增積之熱能量及其他成 分	551
表一一二	雞蛋之成分	558
表一一三	雞體與蛋成分之比較	559

表一一四	人體血液與乳液成分之比較	569
表一一五	牛乳,牛血清與牛體灰分之比較	570
表一一六	各種哺乳動物乳液之成分	574
表一一七	乳液灰分之成分	574
表一一八	乳液礦質之存在情形	575
表一一九	乳液油脂之成分	576
表一二〇	各種乳牛所產乳液之成分	584
表一二一	氣候與時季對於乳量及乳脂之影響	589
表一二二	世界各種重要乳牛之最高產乳量	591
表一二三	泌乳期中乳量與乳脂之變化	592
表一二四	未成年乳牛產乳量應乘之因數	593
表一二五	年齡與產乳量及產脂量之關係	594
表一二六	未肥育及各肥育期閩牛之成分	602
表一二七	閩牛各時期之平均成分	603
表一二八	食料對於動物體油脂之影響	611
表一二九	肥育生長幼豬各時期之需料數量	613
表一三〇	肌肉活動時各期變化之比較	623
表一三一	體重 1,000 磅之馬工作一小時所需之澱粉量	624
表一三二	Merino 乾污毛之成分	639
表一三三	純毛所含各元素之成分	639
表一三四	羊毛 (Lincoln) 之礦物質	640
表一三五	各種綿羊毛之長度	643
表一三六	各種羊毛能紡毛紗之支數	644
表一三七	世界綿羊名種之產毛量	647
表一三八	一年中各季之產毛量	649

表一三九	母公羊歷年產毛量之比較	649
表一四〇	綿羊體重與產毛量之關係	650
表一四一	綿羊縐紋與產毛量之關係	651

圖之索引

圖一	用水測熱器之構造	8
圖二	碳在自然界之循環	17
圖三	氮在自然界之循環	18
圖四	氧在自然界之循環	19
圖五	植物養料之來源及吸收情形	21
圖六	牛體各時期成分除去油脂後所佔之百分率	32
圖七	豬體各時期成分除去油脂後所佔之百分率	33
圖八	供試女孩減食後體重之變化	45
圖九	動物營養過多時體重之變化	46
圖十	重要澱粉粒之形狀	61
圖十一	單獨蛋白質與成長之關係	109
圖十二	離氨基酸與色氨酸於營養上之影響	109
圖十三	胺氨基酸與生長之關係	110
圖十四	蛋白質在營養上之補充作用	116
圖十五	供試動物生長速度之比較	118
圖十六	羊胃之構造	125
圖十七	馬胃及盲腸之構造	126
圖十八	雞之消化器官	130
圖十九	循環系簡圖	131
圖二十	小腸之分節運動	135

圖二十一	酵素作用與反應時間之關係	155
圖二十二	酵素適宜之 pH 及消化液之 pH	156
圖二十三	絨毛之構造	165
圖二十四	養料吸收之路線	166
圖二十五	各種養料新陳代謝之關係	199
圖二十六	鈣質在動物體內之新陳代謝	209
圖二十七	重要飼料之含鈣量	211
圖二十八	重要飼料之含磷量	216
圖二十九	維生素 A 之鑑定試驗	275
圖三十	日光, 紫外光及血液含磷量與季候之關係	293
圖三十一	維生素 B ₁ 與生長之關係	318
圖三十二	維生素 B ₁ 效力之鑑定試驗	319
圖三十三	核糖黃素與生長之關係	325
圖三十四	維生素 B ₂ 之鑑定試驗	327
圖三十五	維生素 C 與豚鼠生長之關係	345
圖三十六	消化試驗籠之構造	368
圖三十七	密閉循環呼吸測驗器之構造	404
圖三十八	開通循環呼吸測驗器之構造	405
圖三十九	Benedict 氏移動呼吸測驗器之構造	406
圖四十	蛋白質除外後根據呼吸係數計算油脂與碳水化合物分解百分比之王氏查對圖	409
圖四十一	呼吸係數與分解養料之關係	411
圖四十二	Atwater 氏炸彈式測熱器	417
圖四十三	Benedict 氏氧氣測熱器	418
圖四十四	氣溫與代謝作用之關係	438