《総 説》

鶏 の 栄 養 と 栄 養 素

有 吉 修二郎

アミノ飼料工業株式会社 中央研究所 横浜市

は じ め に

家禽の栄養に関する研究は MITCHELL, ELVEHJEM, 等に代表される輝かしい時代がようやく去ろうとし、一方で栄養学と生化学の結合、飼料および飼養技術と栄養学の結合という当面する目標は厚い壁として我々にたちふさがっている。この壁を打ち破り、更に科学的な飼料への発展の道を切り開くことは我々に課せられた光栄ある任務であるが、我国においては研究者の数も少なく、この壁と正面から対決しているとはいえない点がみられる。

この意味において、栄養素の動き、役割、飼料中の栄養素の評価等の課題について海外において積み重ねられている地道な努力は今後の発展の基礎をなすものとして我々が常に注目しなければならぬ点と考える。そこで、この種の研究をあまり評価を加えることなく紹介してみようというのがこの小文の試みである。紹介は主に 1960 年以降とし飼養試験等は除外した。

蛋白質，エネルギー，アミノ酸

近年特にエネルギーが蛋白質その他との関連において特に研究され、飼料の代謝エネルギー (ME) 値については SIBBALD 等¹⁾ STUTZ 等²⁾ POTTER 等³⁾ YOUNG⁴⁾ の報告があり、SIBBALD 等^{5) 6)} は飼料の化学組成より ME の推定を行い、WOLTJING 等⁷⁾ は、飼料の要求率、ME、増体量、増体 1 kg あたりの ME 摂取量の関係を求め、TYLČEK 等⁸⁾ は雛の生体重と GE、DE 摂取量の関係を推定した、又 SIBBALD 等⁹⁾ は雛の増体量とカロリー、蛋白比について検討を行った。肉用種を用いて WISSMAN 等^{10) 11)} は蛋白質とエネルギーの要求量を提出、WELLS¹²⁾ は雌は雄に対しかなり低いエネルギーレベルで最高の N 蓄積を示すことを報告し、SANSOLONE¹³⁾ は WL 雛を用い N 摂取を一定にし摂取エネルギーを減じると、著しく

N 蓄積がへることを認めている。その他各鶏種と蛋白質、カロリーの関係については、SHARPE 等^{13) 14)} HARMS 等¹⁵⁾ MORENG 等¹⁶⁾ DEATON 等¹⁷⁾ BROWN 等¹⁸⁾ DAVIDSON 等^{19) 20)} LILLIE 等²¹⁾ の報告がある。Net Protein Value については、SANSOLONE 等²²⁾ MUELENASE 等^{23) 24)} SUMMER 等^{25) 26)} FISHER 等²⁷⁾ の研究があり屠体分析法は雛に充分適用でき同日齢の場合は水分と N-含量に高い相関を認めている。

メチオニン (Met) については L-Met とメチオニン・ハイドロキシ・アナログ (MHA) と DL-Met の比較の研究が多く、MARRETT 等²⁸⁾ によると MHA と D-Met の利用は D-アミノ酸含量に左右され、GORDON 等²⁹⁾ によると L-Met, MHA, DL-Met のうち前二者は蛋白質中にすぐ取り込まれるのに同条件下で DL-体はほとんど排泄されることを認め、又 In vitro でのケト酸から Met への移行はロイシン添加により増すことを報告している。TIPTON 等³⁰⁾ は DL-Met は MHA の 1.2~1.3 倍の B.V. があるとし、BRETTE 等³¹⁾ は等モルの時、等価値であると報告、増体のみから判断すると TIPTON 等³²⁾ は L-Met は D-Met に対し 92.5% であると報告し SMITH³³⁾ は DL-Met は等モルの MHA より良い結果を得ている。又 CALET 等³⁴⁾ は D-, L-, DL-, 体の差はほとんどないことを報告している。この他、D-Met と D-アミノ酸化酵素の関係については BAURIEDL³⁵⁾ の報告があり、飼料中の Met の利用率については GUTTRIDGE 等^{36) 37)}、UWAEGBUTE³⁸⁾、MILLER³⁹⁾ の報告があり、QUILLIN 等⁴⁰⁾ はメチル供給体としての DL-Met とコリンの比較検討を行った。Met の要求量については BORNSTEIN 等⁴¹⁾ ADAMS 等⁴²⁾ の報告がある。

アルギニン (Arg) とリジン (lys) の関係については JONE^{43) 44)} によると過剰の lys は生長を抑え、組織中の lys が増加、骨の異常をきたすがこれは Arg 添加で正常化することを認めている。この他同様な報告が NEIL 等⁴⁵⁾、SAVAGE 等⁴⁶⁾、WATERHOUSE 等⁴⁷⁾、O'DELL 等^{48) 49)}、SNETSINGER 等⁵⁰⁾、JONES⁵¹⁾、NESHEIM 等⁵²⁾ によりなされている。又 SNYDER 等⁵³⁾、KRAUTMANN 等⁵⁴⁾、JONES⁵⁵⁾、FISHER 等⁵⁶⁾ は飼料組成で Arg の必要量の異なることを指摘している。

昭和 42 年 11 月 18 日受付

Poultry nutrition and Nutrient Studies.

— a review —

Shujiro ARIYOSHI, Research Laboratory, Amino Feed Co. Inc., Yokohama-shi.
Japan. Poultry Sci. 5, 1, 1968.

ここ数年来、アミノ酸、蛋白質の栄養学的研究で特に注目されるのは血清パターンによる評価である。

DEAN 等⁵⁷⁾は結晶アミノ酸飼料中の 2~3 種のアミノ酸レベルを変えると血漿中のアミノ酸も変化することを見とめ、HILL 等⁵⁸⁾も大豆蛋白飼料にアミノ酸混合物を加え同じことを観察した。HILL 等⁵⁹⁾は大豆蛋白飼料で、ZIMMERMAN 等⁶⁰⁾はアミノ酸飼料を用いて、血漿アミノ酸を測定することによって、飼料中の第一制限アミノ酸を示した。SMITH 等⁶¹⁾⁶²⁾⁶³⁾は魚粕、大豆粕、胡麻粕、ひまわり粕について血漿パターンを測り制限アミノ酸を予測した。SMITH⁶⁴⁾はさらに α -アミノイソ酪酸を指示物質としこの方法を正確化した。ZIMMERMAN 等⁶⁰⁾はアミノ酸が血漿中に蓄積しはじめる点と生長曲線の臨界点と一致することから、この方法で雛のアミノ酸要求量を測定することができると結論した。一方、GRAY 等⁶⁵⁾ HILL 等⁶⁶⁾は絶食時の雛は血漿中の遊離のリジンとスレオニンが著しく増加することを報告、ZIMMERMAN 等⁶⁷⁾は飼料の給与時間を制限した時について、ASKELSON 等⁶⁸⁾は雛の週齢との関係について夫々血漿パターンを測定している。この他 HILL 等⁶⁹⁾、OWINGS 等⁷⁰⁾、KMUTA 等⁷¹⁾、OLSEN 等⁷²⁾の研究がある。

油 脂、脂 肪 酸

飼料の高カロリー化に伴い、油脂、脂肪酸の再評価がなされ、大豆油については CAMPBELL 等⁷³⁾、MARION 等⁷⁴⁾により、大ニシン油、トウモロコシ油、鶏油、タロー、混合油については EDWARDS⁷⁵⁾、ラードについては SMITH⁷⁶⁾、タローについては RIONI 等⁷⁷⁾により検討がなされ、SHUTZE 等⁷⁸⁾⁷⁹⁾、JENSEN 等⁸⁰⁾はリノール酸の高い含量の植物油では卵重が重くなることを観察し、さらに SIBBALD 等⁸¹⁾⁸²⁾⁸³⁾により大豆油とタローを混合すると ME が理論値より高まることが認められ、同様な報告が ARTMAN⁸⁴⁾によりなされた。一方これと並行し各種脂肪酸の単独および相乗的な効果について研究が行われ、HILL⁸⁵⁾は肝臓の脂肪酸組成をもととし、BIERI 等⁸⁶⁾は肝臓のトリエン酸とテトラエン酸の比と生長からリノール酸の要求量を検討し、MACHLIN 等⁸⁷⁾、MARION 等⁸⁸⁾はリノール酸添加により卵重、産卵が良くなることを認め、その他脂肪酸とビタミン E の関係については MACHLIN 等⁸⁹⁾、ARSCOTT 等⁹⁰⁾により、炭水化物との関係は RENNER 等⁹¹⁾⁹²⁾、BRAMBILA 等⁹³⁾⁹⁴⁾により研究がなされた。

DONALDSON⁹⁵⁾は C¹⁴-脂肪酸をもちい組織の脂肪酸組成を観察、EVANS 等⁹⁶⁾は卵中の脂肪酸の変化を、HEALD 等⁹⁷⁾は産卵鶏の血漿遊離脂肪酸を測定した。YOUNG 等⁹⁸⁾⁹⁹⁾は脂肪酸の組成により利用吸収が異なることを指摘しオレイン酸は飽和脂肪酸の吸収に対しかなり重

要な役割りを持つと述べている。EDWARDS 等⁹⁹⁾¹⁰⁰⁾、CENTURY 等¹⁰¹⁾は脂肪酸相互の変換および阻害について検討、コレステロールと油脂、脂肪酸の関連では HØLMER 等¹⁰²⁾¹⁰³⁾、GOODNIGHT 等¹⁰⁴⁾、KAHN 等¹⁰⁵⁾、WEISS 等¹⁰⁶⁾の報告がある。組織脂質と日齢、飼料組成の関係については MARION 等¹⁰⁷⁾¹⁰⁸⁾、LEVEILLE 等¹⁰⁹⁾、EDWARDS 等¹⁰⁰⁾が検討を加えている。体脂肪酸組成について MARION 等¹¹⁰⁾は腿、胸、皮膚、脂肪層などで、FISHER¹¹¹⁾は飢餓時の雛および成鶏で観察した。その他雛の筋肉の栄養障害とリノール酸については CALVERT 等¹¹²⁾により、コーンオイル、大豆油等のエネルギーについては CAREW 等¹¹³⁾¹¹⁴⁾、HOPKINS 等¹¹⁵⁾により研究がなされた。

ビ タ ミ ン

WILSON 等¹¹⁶⁾は飼料中の VA と肝臓、血中の VA および増体について検討、STOEWSAND 等¹¹⁷⁾¹¹⁸⁾は高蛋白飼料は VA の要求を高めることを報告し、同時に分離大豆蛋白は特に肝臓の VA を低めることを認めた。PUDELKIEWICZ 等¹¹⁹⁾は VA と肝臓中の VE について、AQUIFF¹²⁰⁾は VA の過剰投与について、PLACK 等¹²¹⁾は産卵鶏の卵中全脂質と VA について夫々報告している。PARRISH¹²²⁾等は添加 VA とアルファルファ中の A の力価は増体からみると差がない事を報告、EDWARDS, JR. 等¹²³⁾はカロチノイドの卵黄への移行について検討しクリプトキサンチンの影響について報告している。DUA¹²⁴⁾は VA とカロチノイドの拮抗について、QUACKENBUSH 等¹²⁵⁾、DUA¹²⁴⁾、EDWARDS, JR. 等¹²³⁾はカロチノイドの組織への蓄積について報告、PLACK¹²⁶⁾¹²⁷⁾は VA の誘導体およびカロチノイドと卵との関係について、ASCARELLI 等¹²⁸⁾、NIR¹²⁹⁾は VA と環境について、KRISHNAMURTHY 等¹³⁰⁾はビタミン A 酸について、MARCH 等¹³¹⁾はコレステロールと VA について、又 SHELLENBERGER 等¹³²⁾は VA の吸収部位について夫々研究を行っている。VA の要求量については DONOVAN¹³³⁾、OLSEN 等¹³⁴⁾の報告がみられる。

VD については TURK 等¹³⁵⁾は VD と卵重の関係について検討し、WALDROUP¹³⁶⁾は Ca, P, VD について研究している。CHEN, JR. 等¹³⁷⁾¹³⁸⁾は VD₃ と VD₂ の比較について検討し、HURWITZ 等¹³⁹⁾は両者の関係を生化学面から追求した。VK については、MATSCHNER 等¹⁴⁰⁾は測定法について報告し、NELSON 等¹⁴¹⁾、GRIMINGER¹⁴²⁾¹⁴³⁾、DUA¹⁴⁴⁾らは VK₁、VK₂ メナディオ・ソディウム・ビスルファイトの活性について比較検討を行った。

VE については BARTON 等¹⁴⁵⁾は種鶏飼料の VE と卵、雛組織中の含量について、NORRIS 等¹⁴⁶⁾は VE の飼料から卵への移行につき夫々検討している。MOKADI¹⁴⁷⁾は VE と脳軟化症について、ARSCOTT 等¹⁴⁸⁾¹⁴⁹⁾は VE と

リノール酸の関連について夫々報告、PUDELKIEWICZ等¹⁵⁰⁾ SCOTT等¹⁵¹⁾はトコフェロールの異性体の力価について研究した。MOKADI¹⁴⁷⁾は脳軟化症の雛の肝臓には正常のものの1/5のVEが含まれていると報告している。SUPPLEE¹⁵²⁾、BUNYAN等¹⁵³⁾はVE欠と羽毛について報告し、GRIFFITHS¹⁵⁴⁾は血清中のEと飼料中のVEについて検討両者はlogで直線関係にあることをみだしこれよりVEの要求量を求めている。POLIN等¹⁵⁵⁾は最適孵化に必要なB₁の検討し、飼料中0.68 ppmであることを示した。

COWAN等¹⁵⁶⁾は血中遊離B₂と産卵について、又GLEAES等¹⁵⁷⁾はB₂とナイアシンのバランスについて報告している。ナイアシンの要求量についてはRINGROSE等¹⁵⁸⁾の報告がある。FULLER等¹⁵⁹⁾はVB₆要求量について白色レグホンをもちい検討、DAGHIR等¹⁶⁰⁾はロードアイランド・レッド、パンエーカー、白色レグホンのVB₆要求量を検討している。その他DAGHIR等¹⁶⁰⁾¹⁶¹⁾は組織コレステロールとVB₆、血清GOT活性を、GEHLE等¹⁶²⁾はVB₆と充填赤血球量について検討した。BEER等¹⁶³⁾は白色レグホンのパントテン酸要求量について報告、SULLIVAN等¹⁶⁴⁾、PEREK等¹⁶⁵⁾はVCと卵殻について検討、その他B-ビタミンとMEの関係についてSIBBALD等¹⁶⁶⁾¹⁶⁷⁾、LOCKHART等¹⁶⁸⁾¹⁶⁹⁾の報告がある。葉酸の腸内合成については無菌雛をもちいたMILLER等¹⁷⁰⁾の報告がある。VB₁₂、チミン、コリンの合成についてはHENDERSON等¹⁷⁰⁾の研究もみられる。

無機物

CaおよびPについては、植物体-Pの利用に関してはHARMS等¹⁷²⁾、VANDEPOPULIERE等¹⁷³⁾、WALDROUP等¹⁷⁴⁾により検討されCa:Pが1:1の時、雛の生育に充分利用されると報告されている。DILWORTH等¹⁷⁵⁾、TEMPETON等¹⁷⁶⁾は植物体-Pを含めた他のPは磷酸三石灰に対し利用が悪いと述べている。Pの利用率の判定にはNELSON等¹⁷⁷⁾、AMMERMAN等¹⁷⁸⁾、HURWITZ等¹⁷⁹⁾は脛骨の灰分をもちい、GARDINER等¹⁸⁰⁾は増体、灰分の他に血清中の無機燐を測定している。肉用種のCaとPの要求量についてはTWINIG等¹⁸¹⁾の実験では雄は雌に比べPの要求量が多いことをのべ、SIMCO等¹⁸²⁾によると雛ではCa 0.5%以下、P 0.5%が良いとし、WALDROUP等¹⁸³⁾は4~8週齢のものはCa 0.6%、P 0.5%が適当であると報告、一方LILLIE等¹⁸⁴⁾はNRCの雛に対するCaの値は高すぎると指摘している。DILWORTH等¹⁸⁵⁾は骨、特に大腿骨が飼料中のCaとPの関係を反映すると述べている。CROWLEY等¹⁸⁶⁾、HARMS等¹⁸⁷⁾、BERG等¹⁸⁸⁾は平飼いと、ケージ飼いのCaとPの必要量について検討して

いる。Caの吸収についてはHURWITZ等¹⁸⁹⁾¹⁹⁰⁾¹⁹¹⁾の研究があり、ITO等¹⁹²⁾はCaのturnoverについて研究、MUELLER等¹⁹³⁾はCaのretentionについて検討を加え、HURWITZ等¹⁹⁴⁾¹⁹⁵⁾、HERTELENDY等¹⁹⁶⁾は産卵と血中Caの動向について研究した。

その他の無機物については、TURK¹⁹⁷⁾は飼料のZn含量と卵黄中のZn、産卵率、孵化率について検討し、HETH等¹⁹⁸⁾は⁶⁵ZnをもちいCaとの拮抗について研究、RAHMAN等¹⁹⁹⁾はZn欠乏時における血清中のNとKおよびヘモグロビン、赤血球数、骨の灰分について検討し、N、Kが減り赤血球数が増すいわゆる血液濃縮の状態を確認、SUPPLEE等²⁰⁰⁾はZn欠と羽根の異常について検討し、BERG等²⁰¹⁾は雛のZn欠乏と種鶏との関係について検討し、種鶏飼料の影響がかなり大きいことを報告している。Znの利用率の検討がLIKUSKI等²⁰²⁾、LEASE等²⁰³⁾、O'DELL等²⁰⁴⁾、DEAN等²⁰⁵⁾によって行われたが植物体-Znは動物体-Znより利用も悪く、フィチン酸は利用率を妨げると報告している。Cuについては過剰害がKEPPENS等²⁰⁶⁾により検討され、欠乏障害についてはCARLTON等²⁰⁷⁾の報告があり、アスコルビン酸との関係についてはCARLTON等²⁰⁸⁾、HILL等²⁰⁹⁾により研究された。その他STARCHER等²¹⁰⁾はCuが大動脈中のエラスチンの合成に関与すると報告している。

MgについてはBUNCE等²¹¹⁾は飼料中のMgと蛋白質について研究、MCWARD等²¹²⁾はMgの必要量について検討、NUGARA等²¹³⁾は飼料中のCaまたはPを増すとMgの必要量がふえることを報告、SCHOLZ等²¹⁴⁾²¹⁵⁾は炭水化物源のちがいによりMgの要求量の変ることを指摘している。又GRIFFITH等²¹⁶⁾²¹⁷⁾はFとの関係について検討を加えた。

ハロゲンについてはBrの毒性に関してDOBERENZ等²¹⁸⁾の研究があり、ClとBrの相乗に関してはLEACH等²¹⁹⁾が検討を加えている。又HOLLAND等²²⁰⁾は蛋白質に結合したIの含量が甲状腺ホルモンの状態を反映することを認めている。ARRINGTON等²²¹⁾、PERDOMO等²²²⁾は過剰のIは産卵、卵重を悪くすると指摘している。MnについてはLEACH等²²³⁾、HILL²²⁴⁾、COOPER等²²⁵⁾の研究がある。この他微量無機物相互間の関連としKRIEG²²⁶⁾²²⁷⁾はCu、Fe、Zn、Mnの卵への移行について検討しMnだけは卵への移行が顕著であることを認めた。HILL等²²⁸⁾²²⁹⁾²³⁰⁾はCuとHg、Ag、Zn、Fe、の拮抗について検討し、SHELL²³¹⁾は高濃度のCaとPはFeの吸収を妨げることを報告、MASUHARA等²³²⁾はビタミンDとCaがFe、Coの吸収に対する効果について検討、WASSERMAN²³³⁾はMg、Ca、Sr、Ba、Coなどの二価イオンはVDにより吸収が助長されることを報告、ELJACK²³⁴⁾は血

球, 血漿の無機イオン含量について報告している。

飼 料

大豆粕については研究も多く, そのほとんどが栄養的な特殊性についてで, JENSEN 等²³⁵⁾によると Ca, P, VD を NRC レベル以上与えても大豆分離蛋白質のみを蛋白源とすると骨の灰分が低下すると報告している。KRATZER 等²³⁶⁾, WILCOX 等²³⁷⁾によると大豆の水抽出区分に生長因子を認めている。生大豆と加熱大豆の比較は SAXENA 等²³⁸⁾, FISHER 等²³⁹⁾, NITSAN 等²⁴⁰⁾²⁴¹⁾, BORNSTEIN 等²⁴²⁾, ALUMOT 等²⁴³⁾, LIENER²⁴⁴⁾, FEATHERSTON 等²⁴⁵⁾の報告があるが, いずれも生が加熱に生長悪く, 脾臓の肥大を認めている。産卵鶏については SUMMERS 等²⁴⁶⁾, BRAY²⁴⁷⁾ は卵重が変らないことを報告しているが, ROGHER 等²⁴⁸⁾, HILL 等²⁴⁹⁾, RENNER 等²⁵⁰⁾は産卵が落ちると述べている。LYMAN²⁵¹⁾, LERPKOVSKY²⁵²⁾, は生大豆を与えることにより酵素活性の増すことを認めている。一方 NITSAN 等²⁵³⁾²⁵⁴⁾は盲腸にかなり蛋白分解能力があり生大豆の利用に関係があると推定している。SAXENA 等²⁵⁵⁾は酸素の消費量と肝臓, 筋肉のグリコーゲン量の差から生大豆と加熱大豆の栄養的なバランスを検討している。ミートボンミールについては BURTON 等²⁵⁶⁾, fermented fish meal については PATRIK 等²⁵⁷⁾, SOZONOV 等²⁵⁸⁾, サフラワー粕については THOMAS 等²⁵⁹⁾ ナツメヤシ実について AFIFI 等²⁶⁰⁾, 小麦については STEINEGGER²⁶¹⁾, 大麦について BURNETT²⁶²⁾, BERG²⁶³⁾, ARSCOTT 等²⁶⁴⁾, リーンシードミールについては, CHALUPA 等²⁶⁵⁾, フェザーミールについて TSANG 等²⁶⁶⁾, 赤インゲン豆について WAGH 等²⁶⁷⁾, ゴマ粕の消化率について TERPSTRA 等²⁶⁸⁾の報告がみられる。

そ の 他

LEVEILLE 等²⁶⁹⁾²⁷⁰⁾は摂取蛋白質と雛の血清蛋白および血清アルブミンとの関連につき検討し, さらに THOMAS 等²⁷¹⁾は体成分(脂肪, 水分, 蛋白)と血清蛋白, 血清アルブミンとの間に高い相関を認めている。一方 WALDROUP 等²⁷²⁾は産卵開始前の鶏に夫々高蛋白と低蛋白の飼料を与えた時, 血清中の α -, β -, γ -, グロブリンの相互比が異なることおよび全リボプロティンが週齢により変ることを観察した。又, LEVEILLE 等²⁷³⁾は摂取蛋白およびコレステロールを変え, よの時の肝臓, 血漿中の脂質の動きについて検討した。EDWARDS 等²⁷⁴⁾, HARRIS 等²⁷⁵⁾はコレステロールを産卵鶏に与え, 前者は, 10 日で卵および血清コレステロールが上昇, 20 日で正常にもどった事, 後者は, 11 日後に血清および卵中のコレステロールが上昇したことを観察した。この他 WAGH 等²⁷⁶⁾は L-

アラビノーズと D-キシロースを雛に与えた時の血漿中の尿酸, コレステロール, 還元糖および肝臓のグリコーゲンについて, HILL²⁷⁷⁾ は雛の低コレステリン血症に関連して, 血清コレステロールを測定, CHARKEY 等²⁷⁸⁾²⁷⁹⁾は甲状腺毒とメチオニンによる血中および肝臓中のグルタチオンレベルについて, WILCOX²⁸⁰⁾は産卵, 卵殻, Haugh-Unit, 卵重とアルカリホスファターゼ活性について, ISAACKS 等²⁸¹⁾は, 2 年鶏に, タロー, 米油, 大豆油を与えた時の血漿および脂肪層のトリグリセライドについて観察した。以上の生化学的観察のほかに, 雛ではオルニチンが明らかに合成できないという NESHEIM 等²⁸²⁾の報告がある。

文 献

- 1) SIBBALD, I.R., AND S.T. SHINGER: Poultry Sci., 41, 1612, 1962.
- 2) STUTZ, M.W., AND C.D. MATTERSON: Poultry Sci., 41, 1617, 1962.
- 3) POTTER, L.M., W.J. PUDELKIEWICZ, L. WEBSTER AND L.D. MATTERSON: Poultry Sci., 41, 1745,
- 4) YOUNG, R.J.: Poultry Sci., 40, 1225, 1961.
- 5) SIBBALD, I.R., J. CZORNOCKI, S.J. SLINGER AND G.C. ASHTON: Poultry Sci. 42, 486, 1963.
- 6) SIBBALD, I.R., S.J. SLINGER AND G.C. ASHTON Poultry Sci., 40, 308, 1961.
- 7) WOLTLING, H., A. BRETTE AND D. PIAT: Nutr, Abst, Reviews, 36, 894, 1966.
- 8) TYLECEK, J., J. ZELENKA., F. SPACEK AND J. CECHOVSKY: Nutr. Abst. Reviews, 35, 243, 1965.
- 9) WISMAN, E.L. AND P.B. SIEGEL: Poultry Sci., 42, 541, 1963.
- 10) WISMAN, E.L. AND W.L. BEANE: Poultry Sci., 45, 305, 1966.
- 11) WELLS, P.G.: Brit. Poultry Sci., 4, 161, 1963.
- 12) SANSOLONE, W.R.: Brit. J. Nutrition. 17, 459, 1963.
- 13) SHARPE, E. AND T.R. MORRIS: Brit. Poultry. Sci., 6, 7, 1965.
- 14) SHARPE, E., T.R. MORRIS AND S. FOX: Brit. Poultry Sci., 6, 183, 1965.
- 15) HARMS, R.H., B.L. DANSON AND P.W. WALDROUP: Poultry Sci., 45, 272, 1966.
- 16) MORENG, R.E., H.L. ENOS, W.A. WHITTET AND B.F. MILLER: Poultry Sci., 43, 630, 1964.
- 17) DEATON, J.W., AND J.H. QUISENBERRY: Poultry Sci., 44, 936, 1965.
- 18) BROWN, W.O. AND J.J. WARING: Brit. Poultry Sci., 6, 59, 1965.
- 19) DAVIDSON, J. AND J. MATHIESON: Brit. Poultry Sci., 6, 225, 1965.
- 20) DAVIDSON, J., J. MATHIESON, R.B. WILLIAMS AND A.W. BOYNE: Nutr. Abst, Review, 35, 243,

- 1965.
- 21) LILLIE, R.J. AND C.A. DENTON: Poultry Sci. **44**, 753, 1965.
- 22) SANSLONE, W.R. AND R.L. SQUIBB: Brit. J. Nutrition, **16**, 59, 1962.
- 23) DE MUELENAERE, H.J.H., G.V. QUICKE AND J.P.H. WESSELS: S. African J. Agr. Sci., **3**, 91, 1960.
- 24) DE MUELENAERE, H.J.H., R.S. MARTIN AND M. G. MURDOCH: J. Nutrition, **85**, 386, 1965.
- 25) SUMMERS, J.D. AND H. FISHER: J. Nutrition **75**, 435, 1961.
- 26) SUMMERS, J.D. AND H. FISHER: J. Sci. Food Agr., **13**, 496, 1962.
- 27) FISHER, H., J.D. SUMMERS, J.P.H. WESSELS AND R. SHAPIRO: J. Sci. Food Age., **13**, 658, 1962.
- 28) MARRETT, L.E. AND M.L. SUNDE: Poultry Sci., **44**, 957, 1965.
- 29) GORDON, R.S. AND I.W. SIZER: Poultry Sci., **44**, 673, 1965.
- 30) TIPTON, H.C., B.C. DILWORTH AND E.J. DAY: Poultry Sci., **44**, 987, 1965.
- 31) BRETTE, B. AND D. PIAT: Nutr. Abst. Reviews **36**, 899, 1966.
- 32) TIPTON, H.C., B.C. DILWORTH AND E.J. DAY: Poultry Sci., **45**, 381, 1966.
- 33) SMITH, R.E.: Poultry Sci., **45**, 571, 1966.
- 34) CALET, C. AND M. FENDRY: Nutr. Abst. Reviews, **36**, 899, 1966.
- 35) BAURIEDEL, W.R.: Poultry Sci., **42**, 214, 1963.
- 36) GUTTRIDGE, D.G.A. AND D. LEWIS: Brit. Poultry Sci., **5**, 99, 1964.
- 37) GUTTRIDGE, D.G.A. AND D. LEWIS: Brit. Poultry Sci., **5**, 193, 1964.
- 38) UWAEGBUTE, H.O.: Brit Poultry. Sci., **7**, 249, 1966.
- 39) MILLER, E.L.: Brit. J. Nutrition, **19**, 547, 1965.
- 40) QUILLIN, E.C., G.F. COMBS, R.D. CREEK AND G. L. ROMOSER: Poultry Sci., **40**, 639, 1961.
- 41) BORNSTEIN, S. AND B. LIPSTEIN.: Brit. Poultry Sci., **5**, 175, 1964.
- 42) ADAMS, R.L., F.N. ANDREWS, J.C. ROGLER AND C.W. CARRICK: Poultry Sci., **41**, 1801, 1962.
- 43) JONES, J.D.: J. Nutrition, **73**, 107, 1961.
- 44) JONES, J.D.: J. Nutrition, **84**, 313, 1964.
- 45) NEIL, B.K. AND H. FISHER: Brit. Poultry Sci., **7**, 39, 1966.
- 46) SAVAGE, J.E. AND B.L. O' DELL: J. Nutrition, **70**, 129, 1960.
- 47) WATERHOUSE, H.N. AND H.M. SCOTT: J. Nutrition, **73**, 266, 1961.
- 48) O' DELL, B. L., W.H. AMOS AND J.E. SAVAGE: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., **118**, 102, 1965.
- 49) O' DELL, B.L. AND J.E. SAVAGE: J. Nutrition, **90**, 364, 1966.
- 50) SNETSINGER, D.C. AND H.M. SCOTT: Poultry Sci., **40**, 1675, 1961.
- 51) JONES, J.D.: J. Nutrition, **84**, 313, 1964.
- 52) NESHEIM, M.C., R.M. LEACH, Jr., T.R. ZEIGLER AND J.A. SERAFIN: J. Nutrition, **84**, 361, 1964.
- 53) SNYDER, J.M., W.D. MORRISON AND H.M. SCOTT: Poultry Sci., **35**, 852, 1956.
- 54) KRAUTMANN, B.A., S.M. HAUGE, E.T. MERTZ AND C.W. CARRICK: Poultry Sci., **36**, 935, 1957.
- 55) JONES, J.D.: Federation Proc., **21**, 1, 1962. (abst)
- 56) FISHER, H., R. SHAPIRO AND P. GRIMINGER: J. Nutrition, **72**, 16, 1960.
- 57) DEAN, W.F. AND H.M. SCOTT: J. Nutrition, **88**, 75, 1966.
- 58) HILL, D.C. AND E.M. OLSEN: J. Nutrition, **79**, 296, 1963.
- 59) HILL, D.C. AND E.M. OLSEN: J. Nutrition, **79**, 303, 1963.
- 60) ZIMMERMAN, R.A. AND H.M. SCOTT: J. Nutrition, **87**, 13, 1965.
- 61) SMITH, R.E. AND H.M. SCOTT: J. Nutrition, **86**, 37, 1965.
- 62) SMITH, R.E. AND H.M. SCOTT: J. Nutrition, **86**, 45, 1965.
- 63) SMITH, R.E.: J. Nutrition, **89**, 271, 1966.
- 64) SMITH, R.E.: J. Nutrition, **89**, 276, 1966.
- 65) GRAY, J.A., E.M. OLSEN, D.C. HILL AND H.D. BRANION: J. Biochem. Physiol. **38**, 435, 1960.
- 66) HILL, D.C. AND E.M. OLSEN: J. Nutrition, **79**, 303, 1963.
- 67) ZIMMERMAN, R.A. AND H.M. SCOTT: J. Nutrition, **91**, 503, 1967.
- 68) AS KELSON, C.E. AND S.L. BALLOUN: Poultry Sci., **42**, 1402, 1963.
- 69) HILL, D.C., E.M. MCINDOO AND E.M. OLSEN: J. Nutrition, **74**, 16, 1961.
- 70) OWINGS, W.J. AND S.L. BALLOUN: Poultry Sci., **40**, 1718, 1961.
- 71) KUMTA, U.S. AND A.E. HARGER: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., **110**, 510, 1962.
- 72) OLSEN, E.M. AND D.C. HILL: Poultry Sci., **42**, 1177, 1963.
- 73) CAMPBELL, A.G. AND F.W. HILL: Poultry, Sci., **41**, 881, 1962.
- 74) MARION, J.E. AND H.M. EDWARDS: Poultry Sci., **42**, 825, 1963.
- 75) EDWARDS, H.M., JR. Poultry Sci., **44**, 685, 1965.
- 76) SMITH, A.J.: Nutr. Abst. Reviews, **36**, 1175, 1966.
- 77) RIONI, M. AND R. PARIGI-BINI: Nutr. Abst. Reviews, **36**, 1176 1966.
- 78) SHUTZE, J.V. AND L.S. JENSEN: Poultry Sci., **41**, 1846, 1962.
- 79) SHUTZE, J.V. AND L.S. JENSEN: Poultry Sci., **42**, 921, 1963.
- 80) JENSEN, L.S. AND J.V. SHUTZE: Poultry Sci., **42**,

- 1014, 1963.
- 81) SIBBALD, I.R., S.J. SLINGER AND G.C. ASHTON: Poultry Sci., **39**, 1295, 1960.
- 82) SIBBALD, I.R., S.J. SLINGER AND G.C. ASHTON: Poultry Sci., **40**, 303, 1961.
- 83) SIBBALD, I.R., S.J. SLINGER AND G.C. ASHTON: Poultry Sci., **41**, 46, 1962.
- 84) ARTMAN, N.R.: Poultry Sci., **43**, 994, 1964.
- 85) HILL, E.G.: J. Nutrition., **89**, 465, 1966.
- 86) BIERI, J.G. AND E.L. PRIVAL: J. Nutrition, **90**, 428, 1963.
- 87) MACHLIN, L.T. AND W.A. DUDLEY: Poultry Sci., **41**, 1659, 1962.
- 88) MARION, J.E. AND H.M. EDWARDS, JR.: J. Nutrition., **79**, 53, 1963.
- 89) MACHLIN, L.J., R.S. GORDON., J.E. MARR AND C.W. POPE: J. Nutrition, **76**, 284, 1963.
- 90) ARSCOTT, G.H., J.E. PARKER AND E.M. DIKIMSON: J. Nutrition, **87**, 63, 1965.
- 91) RENNER, R.: J. Nutrition, **84**, 322, 1964.
- 92) RENNER, R. AND A.M. ELCOMBS: J. Nutrition., **84**, 327, 1964.
- 93) BRAMBILA, S. AND F.W. HILL, J. Nutrition., **88**, 84, 1966.
- 94) BRAMBILA, S. AND F.W. HILL: J. Nutrition., **91**, 261, 1967.
- 95) DONALDSON, W.E.: Poultry Sci., **45**, 473, 1963.
- 96) EVANS, R.J., J.A. DAVIDSON, J.N. LaRue AND S.L. BANDEMER: Poultry Sci., **42**, 875, 1963.
- 97) HEALD, P.J. AND K.A. ROOKLEDGE: Brit. Poultry Sci., **6**, 45, 1965.
- 98) YOUNG, R.J. AND R.C. GARRETT: J. Nutrition., **81**, 321, 1963.
- 99) EDWARDS, H.M., JR., J.E. MARION AND J.C. DRIGGERS: Proc 12th World's Poultry congress, p182, 1962. (abst)
- 100) EDWARD, H.M., JR. AND J.E. MARION: J. Nutrition, **81**, 123, 1963.
- 101) CENTURY, B. AND H.K. HORWITT: Arch. Biochem. Biophys., **104**, 416, 1964.
- 102) HØLMER, G: Brit. J. Nutrition, **14**, 247, 1960.
- 103) HØLMER, G., G. KRISTENSEN, E. SPØNDERAARD AND H. DAM: Brit. J. Nutrition, **16**, 379, 1962.
- 104) GOODNIGHT, K. C. JR. AND A.R. KEMMERER: J. Nutrition, **91**, 174, 1967.
- 105) KAHN, S.G., J. VANDEPUTTE, S. WIND AND H. YOCOWITZ: J. Nutrition, **80**, 403, 1963.
- 106) WEISS, J.F., R.M. JOHNSON AND E.C. NABER: J. Nutrition, **91**, 119, 1967.
- 107) MARION, J.E. AND H.M. EDWARDS, JR: J. Nutrition, **77**, 23, 1962.
- 108) MARION, J.E. AND H.M. EDWARDS, JR: J. Nutrition, **79**, 53, 1963.
- 109) LEVEILLE, G.A., J.A. TILLOTSON AND H.E. SAUBERLICH: J. Nutrition, **81**, 357, 1963.
- 110) MARION, J.E. AND J.G. WOODROOF: Poultry Sci., **42**, 1202, 1963.
- 111) FISHER, A.H.: Brit. J. Nutrition. **17**, 31, 1963.
- 112) CALVERT, C.C., I.D. DESAI AND M.C. SCOTT: J. Nutrition. **83**, 307, 1964.
- 113) CAREW, L.B., JR., M.C. NESHEIM AND F.W. HILL: Poultry Sci., **42**, 710, 1963.
- 114) CAREW, L.B. JR. AND F.W. HILL: J. Nutrition: **83**, 293, 1964.
- 115) HOPHINS, D.T. AND M.C. NESHEIM: Proc. Cornell Nutrition Conference Ithaca New York p31, 1961.
- 116) WILSON, J.G. AND R.A. TEEKELL: Poultry Sci., **45**, 980, 1966.
- 117) STOEWESAND, G.S. AND M.L. SCOTT: J. Nutrition, **82**, 139, 1964.
- 118) STOEWESAND, G.S. AND M.L. SCOLL: J. Nutrition., **82**, 188, 1964.
- 119) PUDELKIEWICZ, W.J., L. WEBSTER AND L.D. MATTERSON: J. Nutritirn, **84**, 113, 1964.
- 120) AQUIBB, R.L.: Poultry Sci., **42**, 1332, 1963.
- 121) PLACK, P.A., W.S. MILLER AND C.M. WARD: Brit. J. Nutrition, **18**, 275, 1964.
- 122) PARRISH, D.B., R.A. ZIMMERMAN, D.E. SANFORD AND E. HUNG: J. Nutrition, **79**, 9, 1963,
- 123) EDWARDS, H.M., JR., J.E. MARION, H.L. FULLER AND J.C. DRIGGERS: Poultry Sci., **42**, 699, 1963.
- 124) DUA, P.N.: Poultry Sci., **43**, 1511, 1964.
- 125) QUACKENBUSH, F.W., S. KVAKORSZKY., T. HOOVER AND J.C. ROGLER: Nutr, Alst, Reviews, **36**, 901, 1966.
- 126) PLACK, P.A.: Brit, J. Nutrition, **17**, 235, 1963.
- 127) PLACK, P.A.: Brit. J. Nutrition, **17**, 243, 1963.
- 128) ASCARELLI, I. AND I. BARTOV: Poultry Sci., **42**, 232, 1963.
- 129) NIR, I.: Brit. Poultry Sci., **7**, 297, 1966.
- 130) KRISHNAMURTHY, S., J.G. BIERI AND E.L. ANDREWS: J. Nutrition, **79**, 503, 1963.
- 131) MARCH, B.E. AND J. BIELY: J. Nutrition, **79**, 474, 1963.
- 132) SHELLENBERGER, T.E., D.B. PARRISH AND D.E. SANFORD: J. Nutrition, **82**, 99, 1964.
- 133) DONOVAN, G.A.: Poultry Sci., **44**, 1292, 1965.
- 134) OLSEN, E.M., D.C. HILL AND H.D. BRANION: Poultry Sci., **43**, 1488, 1964.
- 135) TURK, J.L. AND J. MCGINNIS: Poultry Sci., **43**, 539, 1964.
- 136) WALDROUP, P.W.: Poultry Sci., **44**, 543, 1965.
- 137) CHEN, P.S., JR. AND H.B. BOSEMAN: J. Nutrition, **83**, 133, 1964.
- 138) CHEN, P.S., JR. AND H.B. BOSEMAN: J. Nutrition, **87**, 148, 1965.
- 139) HURWITZ, S., H.C. HARRISON, E.C. BULL AND H.E. HARRISON: J. Nutrition, **91**, 208, 1967.
- 140) MATSCHINER, J.T. AND E.A. DOISY, JR: J. Nutrition, **90**, 97, 1966.
- 141) NELSON, T.S. AND L.C. NORRIS: J. Nutrition,

- 72, 137, 1960.
- 142) GRIMINGER, P.: Poultry Sci., **44**, 210, 1965.
 - 143) GRIMINGER, P.: Poultry Sci., **45**, 512, 1966.
 - 144) DUA, P.N.: Poultry Sci., **45**, 94, 1966.
 - 145) BARTON, I., P. Budowski and S. Bornstein: Poultry Sci., **44**, 1489 1965.
 - 146) NOBILE, S. AND E.A. IRVING: Nutr. Abst. Reviews, **36**, 905, 1966.
 - 147) MOKADI, S.: Brit. J. Nutrition, **17**, 347, 1963.
 - 148) ARSCOTT, G.H., J.E. PARKER AND E.M. DICKINSON: J. Nutrition, **87**, 63, 1963.
 - 149) ARSCOTT, G.H., AND J.E. PARKER: J.: Nutrition, **91**, 219, 1967.
 - 150) PUDELKIEWICZ, W.J., G. OLSON, L.D. MATTERSON AND J.R. SUDEN: J. Nutrition, **83**, 111, 1964.
 - 151) SCOTT, M.L. AND I.D. DESAI: J. Nutrition, **83**, 39, 1964.
 - 152) SUPPLEE, W.C.: Poultry Sci., **45**, 852, 1966.
 - 153) BUNYAN, J., A.T. Diplock, E.E. Edwin and J. GREEN: Brit. J. Nutrition, **16**, 519, 1962.
 - 154) GRIFFITHS, T.W.: Brit. J. Nutrition, **14**, 269, 1960.
 - 155) POLIN, D., W.H. OTT, E.R. WYNOSKY AND C.C. PORTER: Poultry Sci., **42**, 925, 1963.
 - 156) COWAN, J.W., R.V. BOUCHER AND E.G. BUSS: Poultry Sci., **45**, 536, 1966.
 - 157) GLEAVES, E.W. AND L.V. TONKINSON: Poultry Sci., **40**, 1098, 1961.
 - 158) RINGROSE, R.C., A.G. MANOUKAS, R. HINKSON AND A.E. TEERI: Poultry Sci., **44**, 1053, 1965.
 - 159) FULLER, H.L., R.C. FIELD, R. RONCALLI-AMICI, W.S. DUNAHOO AND H.M. LDWARDS, JR.: Poultry Sci., **40**, 249, 1961.
 - 160) DAGHIR, N.J. AND S.L. BALLOUN: J. Nutrition, **79**, 279, 1963.
 - 161) DAGHIR, N.J. AND S.L. BALLOUN: Poultry Sci., **41**, 1868, 1962.
 - 162) GEHLE, M.H. AND S.L. BALLOUN: J. Nutrition, **87**, 197, 1965.
 - 163) BEER, A.E., M.L. SCOTT AND M.C. NESHEIN: Brit Poultry Sci., **4**, 243, 1963.
 - 164) SULLIVAN, T.W. AND J.R. KIRGAN: Poultry Sci., **41**, 1596, 1962.
 - 165) PEREK, M. AND J. KENDLER: Brit. Poultry Sci., **4**, 191, 1963.
 - 166) SIBBALD, I.R., S.J. SLINGER AND G.C. ASHTON: Poultry Sci., **40**, 945, 1961.
 - 167) SIBBALD, I.R., S.J. SLINGER AND W.F. PEPPER: Poultry Sci., **41**, 380, 1962.
 - 168) LOCKHART, W.C., R.L. BRYANT AND D.W. BOLIN: Poultry Sci., **46**, 520, 1966.
 - 169) LOCKHART, W.C., R.L. BRYANT AND D.W. BOLIN: Poultry Sci., **45**, 939, 1966.
 - 170) MILLER, H.T. AND T.D. LUCKEY: J. Nutrition, **80**, 233, 1963.
 - 171) HENDERSON, R. F. AND T. R. HENDERSON: J. Nutrition, **88** 151, 1966.
 - 172) HARMS, R.H., P.W. WALDRAUP. R.L. SHIRLEY AND C.B. AMMERMAN: Poultry Sci., **41**, 1189, 1962,
 - 173) VANDEPOPULIERE, J.M., C.B. AMMERMAN AND R. H. HARMS: Poultry Sci., **40**, 951, 1961.
 - 174) WALDROUP, P.W., C.B. AMMERMAN AND R.H. HARMS: Poultry Sci., **43**, 426, 1964.
 - 175) DILWORTH, B.C. AND E.J. DAY: Poultry Sci., **43**, 1039, 1964.
 - 176) TEMPTON, H. AND J. CASSIDY: Brit. Poultry Sci., **5**, 75, 1964.
 - 177) NELSON, T.S. AND A.C. WALKER: Poultry Sci., **43**, 94, 1964.
 - 178) AMMERMAN, C.B., H.W. NORTON, H.M. SCOTT AND A.H. NESBIT: Poultry Sci., **39**, 245, 1960.
 - 179) HURWITZ, S.: J. Nutrition, **84**, 83, 1964.
 - 180) GARDINER, E.E.: Poultry Sci., **41**, 1156, 1962.
 - 181) TWINIG, P.F., R. J. LILLIE, E. J. ROBEL AND C.A. DENTON: Poultry Sci., **44**, 283, 1965.
 - 182) SIMCO, T.F. AND E.L. STEPHENSON: Poultry Sci., **40**, 1188, 1961.
 - 183) WALDROUP, P.W., C.B. AMMERMAN AND R.H. HARMS: Poultry Sci., **42**, 752, 1963.
 - 184) LILLIE, R.J., P.F. TWINIG AND C.A. DENTON: Poultry Sci., **43**, 1126, 1964.
 - 185) DILWORTH, B.C. AND E.J. DAY: Poultry Sci., **44**, 1474, 1965.
 - 186) CROWLEY, T.A., A.A. KURNICK AND B.C. REID: Poultry Sci., **42**, 758, 1963.
 - 187) HARMS, R.H., B.L. DAMSON AND P.W. WALDROUP: Poultry Sci., **44**, 1249, 1965.
 - 188) BERG, L.R., G.E. BEARSE AND L.H. MERRILL: Poultry Sci., **43**, 885, 1964.
 - 189) HURWITZ, S. AND A. BAR: J. Nutrition **89**, 311, 1965.
 - 190) HURWITZ, S. AND A. BAR: J. Nutrition, **86**, 433, 1965.
 - 191) HURWITZ, S., H.C. HARISON AND H.E. HARRISON: J. Nutrition, **91**, 319, 1967.
 - 192) ITOH, H. AND T. HATANO: Poultry Sci., **43**, 70, 1964.
 - 193) MUELLER, W.J., R. SCHRAER AND H. SCHRAER: J. Nutrition. **84**, 20, 1964.
 - 194) HURWITZ, S: Poultry Sci., **43**, 1462, 1964.
 - 195) HURWITZ, S. and A. Bar: Poultry Sci., **45**, 345, 1966.
 - 196) HERTELENDY, F. AND T.G. TAYLAR: Poultry Sci., **40**, 108, 1961.
 - 197) TURK, D.E.: Poultry Sci., **44**, 122, 1965.
 - 198) HETH, D.A., M.L. SUNDE AND W.G. HOEKSTRA: Poultry Sci., **45**, 75, 1966.
 - 199) RAHMAN, M.M., R.E. DAVIES, C.W. DEYOE, B. L. REID AND J.R. COUCH: Poultry Sci., **40**, 195, 1961.
 - 200) SUPPLEE, W.C., R.D. CREEK, G.F. COMBS AND

- D.L. BLAMBERG: Poultry Sci., **40**, 171, 1961.
- 201) BERG, L.R., G.E. BEARSE AND L.H. MERRILL: Poultry Sci., **42**, 703, 1963.
- 202) LIKUSKI, H.J.A. AND R.M. FORBES: J. Nutrition, **84**, 145, 1964.
- 203) LEASE, J.G., B.D. BARNETT, E.J. LEASE AND D.E. TURK: J. Nutrition, **72**, 66, 1960.
- 204) O'DELL, B.L. AND J.E. SAVAGE: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., **103**, 304, 1960.
- 205) DEAN, W.F. AND H.M. SCOTT: Poultry Sci., **41**, 1640, 1962.
- 206) KEPPEVS, L. AND L. OKERMAN: Nutr. Abst. Reviews, **36**, 900, 1966.
- 207) CARLTON, W.W. AND W. HENDERSON: J. Nutrition, **81**, 200, 1963.
- 208) CARLTON, W.W. AND W. HENDERSON: J. Nutrition, **85**, 67, 1965.
- 209) HILL, C.H. AND B. STARCHER: J. Nutrition **85**, 271, 1965.
- 210) STARCHER, B., C.H. Hill and G. Matrone: J. Nutrition, **82**, 318, 1964.
- 211) BUNCE, G.E., P.G. REEVES, T.S. OBA AND H.E. SAUBERLICH: J. Nutrition, **79**, 220, 1963.
- 212) McWARD, G.W. AND H.M. SCOTT: Poultry Sci., **40**, 1174, 1961.
- 213) NUGARA, D. AND H.M. EDWARDS, Jr.: J. Nutrition **80**, 181, 1963.
- 214) SCHOLZ, R.W. AND W.R. FEATHERSTON: J. Nutrition, **91**, 223, 1967.
- 215) SCHOLZ, R.W. AND W.R. FEATHERSTON: J. Nutrition, **91**, 231, 1967.
- 216) GRIFFITH, F.D., H.E. DARKER AND J.C. ROGLER: J. Nutrition, **79**, 251, 1963.
- 217) GRIFFITH, F.D., H.E. PARKER AND J.C. ROGLER: J. Nutrition, **83**, 15, 1964.
- 218) DOBERENZ, A.R., A.A. KURNICK, B.J. HULETT AND B.L. REID: Poultry Sci., **44**, 1500, 1965.
- 219) LEACH, R.M., JR. AND M.C. NESHEIM: J. Nutrition, **81**, 193, 1963.
- 220) HOLLAND, J.P.: Poultry Sci., **42**, 1446, 1963.
- 221) ARRINGTON, L.R., R.A. SANTA CRUZ, R.H. HARMS AND H.R. WILSON: J. Nutrition **92**, 325, 1967.
- 222) PERDOMO, J.T., R.H. HARMS AND L.R. ARRINGTON: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., **122**, 758, 1966.
- 223) LEACH, R.M. JR. AND A.M. MUENSTER: J. Nutrition, **78**, 51, 1961.
- 224) HILL, R.: Brit. J. Nutrition, **19**, 171, 1965.
- 225) COOPER, D.M., L.G. CHUBB AND J.G. ROWELL: Brit. Poultry Sci., **4**, 83, 1963.
- 226) KRIEG, R.: Nutr. Abst. Reviews, **36**, 1182, 1966.
- 227) KRIEG, R.: Nutr. Abst. Reviews, **36**, 904, 1966.
- 228) HILL, C.H., G. MATRONE, W.L. PAYNE AND C. W. BARBER: J. Nutrition, **80**, 227, 1963.
- 229) HILL, C.H., B. STARCHER AND G. MATRONE: J. Nutrition, **83**, 107, 1964.
- 230) HILL, C.H., AND G. MATRONE: Proc. 12th World Poultry Congress, p. 219, 1962.
- 231) SHELL, J.L.: Poultry Sci., **44**, 550, 1965.
- 232) MASUHARA, T. AND B.B. MIGOUOVSKY: J. Nutrition, **80**, 332, 1963.
- 233) WASSERMAN, R.H.: J. Nutrition, **77**, 69, 1962.
- 234) ELJACK, M.H.: Brit. Poultry Sci., **7**, 315, 1966.
- 235) JENSEN, L.S. AND F.R. MRAZ: J. Nutrition **88**, 249, 1966.
- 236) KRATZER, F.H., B. STARCHER AND E.W. MARTIN: Poultry Sci., **43**, 663, 1964.
- 237) WILCOX, R.A., C.W. CARLSON, W. KOHLMAYER AND G.F. GASTLER: Poultry Sci., **40**, 94, 1961.
- 238) SAXENA, H.C., L.S. JENSEN AND T. MCGINNIS: J. Nutrition, **80**, 391, 1963.
- 239) FISHER, H. AND R. SHAPIRO: J. Nutrition, **80**, 425, 1963.
- 240) NITSAN, Z. AND E. ALUMOT: J. Nutrition, **84**, 179, 1964.
- 241) NITSAN, Z. AND E. ALUMOT: Poultry Sci., **44**, 1210, 1965.
- 242) BORNSTEIN, S. AND B. LIPSTEIN: Poultry Sci., **42**, 61, 1963.
- 243) ALUMOT, E. AND Z. NITSAN: J. Nutrition, **73**, 71, 1961.
- 244) LIENER, I.E.: Am. J. Clin. Nutrition, **11**, 281, 1962.
- 245) FEATHERSTON, W.R. AND J.C. ROGLER: Poultry Sci., **45**, 330, 1966.
- 246) SUMMERS, J.D., J.D. McCONACHIE, S.J. SLINGER AND W.F. PEPPER: Poultry Sci., **45**, 165, 1966.
- 247) BRAY, D.J.: Poultry Sci., **43**, 382, 1964.
- 248) ROGLER, J.C. AND C.W. CARRICK: Poultry Sci., **43**, 605, 1964.
- 249) HILL, F.W. AND R. RENNER: J. Nutrition, **80**, 375, 1963.
- 250) RENNER, R. AND F.W. HILL: J. Nutrition, **70**, 219, 1960.
- 251) LYMAN, R.I.: J. Nutrition, **62**, 269, 1957.
- 252) LERPKOVSKY, S.: Brit. J. Nutrition, **19**, 41, 1965.
- 253) NITSAN, Z. AND A. BONDI: Brit. J. Nutrition, **19**, 177, 1965.
- 254) NITSAN, Z. AND E. ALUMOT: J. Nutrition, **80**, 299, 1963.
- 255) SAXENA, H.C., L.S. JENSEN AND J. MCGINNIS: Poultry Sci., **41**, 1304, 1962.
- 256) BURTON, H.W. AND R.J.W. GARTNER: Nutr. Abst. Reviews, **36**, 898, 1966.
- 257) PATRICK, I.A. AND L.F. HAJLOVA: Nutr. Abst. Reviews, **36**, 898, 1966.
- 258) SOZONOV, A.A. AND N.A. JAKIMENKO: Nutr. Abst. Reviews, **36**, 904, 1966.
- 259) THOMAS, O.P., R.S. MARTIN, J.P.H. WESSELS AND J.B.B. HUMAN: Nutr. Abst. Reviews, **36**, 1177, 1966.

- 260) AFIFI, M., F. ABDON AND M. EL-SAYED: Nutr. Abst. Reviews, **36**, 1176, 1966.
- 261) STEINGGER, P.: Nutr. Abst. Reviews, **36**, 1176, 1966.
- 262) BURNETT, G.S.: Brit. Poultry Sci., **3**, 89, 1962.
- 263) BERG, L.R.: Poultry Sci., **40**, 34, 1961.
- 264) ARSCOTT, G.H., D.C. HUTTO AND D. RACHAPAE-TAYAKOM: Poultry Sci., **44**, 432, 1965.
- 265) CHALUPA, W. AND H. FISHER: J. Nutrition, **81**, 139, 1963.
- 266) TSANG, S.T.L., E.L. MCKEE, G.P. ANDREWS, C. E. WINSLADE, R.L. STEINHAUSER AND H. A. WINDSOR: Poultry Sci., **42**, 1369, 1963.
- 267) WAGH, P.V., D.F. KLAUSTERMEIER, P.E. WAIBEL AND I.E. LIENER: J. Nutrition, **80**, 191, 1963.
- 268) TERPSTRA, K. AND W.J. NIJVELD: Nutr. Abst. Reviews, **35**, 244, 1965.
- 269) LEVEILLE, G.A., A.S. FEIGENBAUM AND H. FISHER: Arch. Biochem. Biophys., **86**, 67, 1960.
- 270) LEVEILLE, G.A. AND H.E. SAUBERLICH: J. Nutrition, **74**, 500, 1961.
- 271) THOMAS, O.P. AND G.F. COMBS: J. Nutrition **91**, 468, 1967.
- 272) WALDROUP, P.W., R.H. HARMS AND M. FRIED: Poultry Sci., **44**, 213, 1965.
- 273) LEVEILLE, G.A., J.A. TILLOTSON AND H. E. SAUBERLICH: J. Nutrition, **81**, 357, 1963.
- 274) EDWARDS, H.M., JR. AND V. JONES: Poultry Sci., **43**, 877, 1964.
- 275) HARRIS, P.C. AND F.H. WILCOX: Poultry Sci., **42**, 186, 1963.
- 276) WAGH, P.V. AND P.E. WAIBEL: J. Nutrition, **90**, 207, 1966.
- 277) HILL, E.G.: J. Nutrition, **89**, 143, 1966.
- 278) CHARKEY, L.W. AND D.F. HOUGHAM: J. Nutrition, **81**, 255, 1963.
- 279) CHARK, L.W., D.F. HOUGHAM AND A.K. KANO: Poultry Sci., **44**, 186, 1965.
- 280) WILCOX, F.H.: Poultry Sci., **45**, 776, 1966.
- 281) ISAACKS, R.E., R.E. DAVIES, T.M. FERGUSON R. REISER AND J.R. COUCH: Poultry Sci., **43**, 105, 1964.
- 282) NESHEIM, M.C. AND J.D. GARLICH: J. Nutrition, **79**, 311, 1963.