مجلة جامعة ذي قار للبحوث الزراعية المجلد (9) العدد (2) لسنة (2020)

علاقة الجين EAAT3 (Excitatory amino acid transporter 3) بالاداء الانتاجي لفروج اللحم ومستو ى البروتين في العليقة

علي أحمد عبد الكريم، كلية الزراعة والاهوار- جامعة ذي قار

أزهر عبد العباس جعفر مركز ابحاث الاهوار- جامعة ذي قار

جعفر محمد عويد كلية الزراعة- جامعة البصرة

جامعة ذي قار – كلية الزراعة

الخلاصة Abstract

استخدم في الدراسة225 فرخا غير مجنس من أفراخ فروج اللحم وهدفت الدراسة الى كشف العلاقة بين الجين EAAT3 بالاداء الانتاجي لفروج اللحم بالاضافة لتحديد بعض الخصائص الجزيئية لهذا الجين، تم اختيار ثلاث مناطق من الامعاء الدقيقة للطيور المذبوحة وصمم البادئ (primer) للجين EAAT3 بعد التأكد من تتابع القواعد النيتروجينية في الـ NCBIوكما يلي Forward primer 5'- TGCTGCTTTGGATTCCAGTGT -3 و Reverse primer 5'- AGCATGACTGTAGTCGAGAAGTAATATAT -3 وقد أثبتت نتائج التحليل الجزيئي الذي تم اجراءه في مختبرات The Molecular oncology unit في المملكة المتحدة / لندن امكانية تضخيم جميع الجينات المدروسة ومعرفة مدى وفرتها وحسب البادئات المستخدمة، ان أعلى مستوى لعدد النسخ من الـ mRNA للجين EAAT3 والذي يعمل كمستقبل للأحماض الامينية عند مستوى 22% من البروتين قد كانت لدى الذكور مقارنة بالاناث. كما ان معامل الارتباط لنواتج الجين EAAT3 قد ارتبط بصورة موجبة ومعنويا مع كل من معدلات الوزن والزيادة الوزنية و وكذلك النسب المؤوية لقطعيات الذبيحة (الصدر، الفخذ وطول ووزن الأمعاء)عند عمر 35 يوم وعكسيا مع كمية العلف المستهلك وكفاءة التحويل الغذائي. وقد ازدادت وفرت النواتج لهذا الجين مع زيادة نسبة البروتين في العليقة.

المقدمــة Introduction

إن الأحماض الامينية الحرة يتم نقلها إلى الخلايا عن طريق تشكيلة مختلفة من النواقل الغذائية الخاصة بنقل الأحماض الامينية والتي تتفاوت من ناحية الركيزة الأساسية لها ومدى اعتمادها على الايونات وماهية الآلية الخاصة بالنقل (Gilbert(2005. وقد أشار كل من (;Kayano et al.,1990; Gould et al, 19901 Burant et al., 1992) إن الأحماض الامينية تنقل كأحماض حرة أو ببتيدات قصيرة بمختلف ناقلات الأحماض الامينية أو ناقلات الببتيدات على التوالي. وذلك لان البروتين سيتحلل إلى أحماض امينية حرة أو ببتيدات بواسطة الإنزيمات في الأمعاء الدقيقة. اذ وجد ان الحامضين الكلوتامين والاسبرتات الحرة تنقل عبر نهايات أنسجة حافة الفرشاة للخلايا الممتصة بواسطة ناقلات الأحماض الامينية EAAT3 (Kanai & Hediger, 1992) وان هذا الناقل ضروري للخلايا الممتصة لأن الكلوتامين عبارة عن الوقود الابتدائي لهذه الخلايا (Newsholme et al., 2003) وقد تلعب دورا مهما في الفعاليات الايضية لخلايا أخرى Kanai & (Hediger, 1992). ولان سلالات الدجاج تعد واحدة من أهم المصادر ذات العلاقة بالتنوع الوراثي والحيوي في العراق لما توفره من صفات وراثية تكسبها القابلية للتأقلم مع الظروف البيئية المحلية (إسماعيل ,1997) لذا كان الهدف من هذه الدراسة هو معرفة العلاقة بين الجينات المدروسة وكمية البروتين المستخدم.

المواد وطرائق العمل

لاجل معرفة تأثير كمية ومستوى البروتين المستهلك على أداء الجينات ووفرت نواتجها التي تعمل كنواقل للاحماض الامينية تم تربية 225 فرخ من سلالة روز لمدة 35 يوم ووزعت هذه الافراخ عشوائيا وفق التصميم العشوائي الكامل CRD لتصبح ثلاث معاملات تجريبية بواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة وكانت المعاملات التجريبية هي معاملة السيطرة فيها نسبة البروتين 22.3 %. اما المعاملة الثانية فهي عليقة تحتوي على مستوى عالي من البروتين 24.1 % و 22 % لعلائق البادئ والنمو على التوالي. والمعاملة الثالثة عليقة تحتوي على مستوى منخفض من البروتين 20 % و 18 % لعلائق البادئ والنمو على التوالي. وخلال فترة التربية استخدمت عليقتين لتغذية الطيور هما عليقة البادئ و عليقة النمو كما مبين في جدول رقم (1) و(2) على التوالي، غذيت الطيور على عليقة البادئ للفترة من(1–21) يوم من العمر وقدمت عليقة النمو من الفترة (22–35) يوم من العمر. تم اخذ طائرين من كل مكرر احدهما ذكر والآخر أنثى في الأسبوع الأخير من التربية وبعد عملية الذبح أخذت قطع صغيرة بطول 3 سم من الأمعاء الدقيقة تمثل هذه القطع أجزاء من منطقة الأثني عشر و أللفائفي والصائم، ثم بعد ذلك أخذت هذه القطع ووضعت داخل شمع البارافين وقطعت الى شرائح صغيرة لغرض اجراء التحليل الجزيئي لها في مختبرات The Molecular oncology unit في المملكة المتحدة / لندن.

جدول (1) يبن المواد العلفية الداخلة في تكوين علائق البادئ لفروج

اللحم والتحليل الكيميائي المحسوب

المادة العلفية	T1 control	T2 بروتين عالي	T3 بروتين منخفض	T4 طاقة عالية	T5 طاقة منخفضة
الذرة الصفراء	59.9	53	64	57	52
كسبة فول الصويا	38.5	44	32.4	38	40
زيت	0.3	1.7	0.1	3.7	1
كربونات الكالسيوم	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
الأملاح	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
خليط فيتامينات	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
نشارة الخشب	-	-	2.2	-	5.7
المجموع	100	100	100	100	100

التحليل الكيميائي

طاقة ممثلة (ك سعره اكغم)	2910.6	2920	2898	3107	2720
البروتين الخام	22.3	24.1	20	21.9	22.2
الألياف الخام	3.48	3.80	3.88	3.24	3.06
اللايسين	1.19	1.25	1.15	1.17	1.20
المثيونين	0.28	0.35	0.25	0.32	0.32
الفسفور المتيسر	0.81	0.84	0.77	0.80	0.81
الكالسيوم	1.60	1.63	1.63	1.63	1.62
نسبة الطاقة الى البروتين	131.82	120.83	145	140.90	122.72

جدول (2) بين المواد العلفية الداخلة في تكوين علائق النمو لفروج

اللحم والتحليل الكيميائي المحسوب

المادة العلفية	T1 control	T2 بروتين عالي	T3 بروتين منخفض	T4 طاقة عالية	T5 طاقة منخفضة
الذرة الصفراء	66	59.3	68	61	61
كسبة فول الصويا	32	38	27	33	33
زيت	0.7	1.4	1	4.4	-
كربونات الكالسيوم	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
الأملاح	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
خليط فيتامينات	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
نشارة الخشب	-	-	2.7	0.3	4.7
المجموع	100	100	100	100	100

التحليل الكيميائي

طاقة ممثلة (ك سعره اكغم)	3001	2978	2996	3199	2800
البروتين الخام	20	22	18	20	20
الألياف الخام	3.48	3.41	3.40	3.44	3.41
اللايسين	0.96	0.95	0.89	0.90	0.92
المثيونين	0.28	0.30	0.28	0.31	0.29
الفسفور المتيسر	0.25	0.25	0.27	0.29	0.23
الكالسيوم	1.60	1.63	1.80	1.47	1.63
نسبة الطاقة الى البروتين	150	136.39	166.66	160	140

بعد الخطوة الأخيرة من الاستخلاص للحامض النووي الرايبوزي RNA يصبح لدينا 30 µl من الـ RNA ولعمل الحامض النووي المكمل او المتمم cDNA نقوم باستخدام عدة Reverse Transcription kit (Applied Biosystem UK) مع ملاحظة أن كل تفاعل نقوم به فيما يلي قد تم في جو بارد بالنسبة للعينات وكما موضح في جدول رقم (3).

جدول (3) المكونات الخاصة بـMaster Mix وكمية الـcDNA المستخدمة.

Reagents of master mix	Volums for 20 µl
Denaturized RNA	15 µl
RT Buffer 1ml	2.0 µl
dNTP Mix 100mM	0.8µl
RT Random primers 3µg/µl	0.2µl
RNase inhibitor (20U/µl)	1µl
Multiscripe Reverse transcriptase100µl	1µl
Total	20 µl

التضخيم باسخدام RT- qPCR:

تم تضخيم الجين EAAT3 بواسطة تقنية RT- qPCR حيث استخدم خليط Master Mixture Components بكمية 20µl وكما موضح في الجدول رقم 4 اذ يتكون هذا الخليط من إضافة 3µl من الـcDNA الى 17µl من Master Mix الذي يتكون من (10µl (SYBR Green) Buffer ، 6µl RNase free water و1µl Primer mix الخاص لكل جين مراد تضخيمه) ، بعدها وضعت العينات في الـMicroplate لاجل وضعها في جهاز الطرد المركزي Centrifuge الخاص بهذه الصفيحة ولمدة 2 دقيقة وبأقصى سرعة بعد ذلك وضعت العينات في الاجهزة الخاصة بتقنية الـRT.q PCR وصمم برنامج خاص بها كما هو موضح في الجدول 5.

جدول (4) يبين المواد وكميتها لـ Master Mixture والخاصة بـ qPCR –RT.

Reagents	(1x)
Master mix SYBR Green	10
Primer mix	1
RNase free water	6
cDNA	3
Total	20µl

جدول (5) يبين النظام المعد لتقنية RT.q PCR ولكل تفاعل.

Cycle stage	Temperture	Time	Cycles
Stage –1	50 °c	2 minutes	1 cycle
Stage –2	95 °c	10 minutes	1 cycle
Stage –3	95 °c	15seconds	50 cycle
	60°c	1 minute	
Stage –4	95 °c	15 seconds	1 cycle
	60 °c	15 minute	

تصميم البرايمرات المستخدمة في هذه الدراسة:

تم تصميم الواسمات الجزيئية كما هو موضح في الجدول 6 وفق ماموجود في الـ NCBI حيث جهزت من قبل شركة Applied Biosystem UK واستخدمت في الكشف عن نواتج الجينات وعدد النسخ للحامض النووي.

جدول (6) يبين البادئات التي صممت واستخدمت في تقنية الRT.q PCR.

Genec	GenBank ID	Description/gene function	Real time PCR, sense/antisense
EAAT3	XM_424930	Excitatory amino acid transporter 3,Na, H, K, dependent	TGCTGCTTTGGATTCCAGTGT / AGCATGACTGTAGTCGAGAAGTAATATAT

النتائج والمناقشة Discussion and Results

مستوى البروتين وعلاقته بأداء ألجين AEET3 ومدى التعبير ألجيني:

يوضح الجدول رقم (7) علاقة مستوى البروتين المستخدم في العليقة التي استخدمت في تغذية فروج اللحم خلال فترة التجربة ومدى الاداء والتعبير ألجيني للجين AEET3 المسؤول عن نقل الاحماض الامينية في ألأمعاء الدقيقة في اجزائها الثلاث (الأثني عشر والصائم وأللفائفي) و لوحظ أن عدد النسخ من mRNA لهذا ألجين قد ازداد في منطقة اللفائفي وخاصة مع المعاملة الثانية والتي تم رفع مستوى البروتين فيها مقارنة بعليقة السيطرة والمعاملة الاخرى، وقد يعود سبب هذا الارتفاع لزيادة مستوى البروتين في هذه المعاملة والذي بدوره أدى إلى ازدياد تنظيم عمل هذا ألجين وازدياد نواتج نسخ mRNA له مما ادى الى زيادة تمثيل البروتين المتناول وكفاءة امتصاصه وبالتالي تحسن عملية التمثيل الغذائي له بفعل الجينات المسؤولة مسببا زيادة في معدلات الوزن. وجاءت هذه النتائج متفقة مع(2008) Glibert التي قامت بدراسة لمعرفة تأثير مستويات العناصر الغذائية في العليقة اداء الجينات ونواتجها من نسخ الـ mRNA التي تعتبر نواقل لتلك العناصر ووجدت أن رفع مستوى البروتين في العليقة يؤدي إلى رفع مستوى التعبير ألجيني للجين AEET3 بشكل طردي يتوافق مع المستويات العالية للبروتين خلال 35 يوم من العمر.

جدول (8) يمثل Abundance mRNA per ng للجين AEET3 في أجزاء ألأمعاء الدقيقة عند عمر 35 يوم.

نوع العليقة	الأثني عشر	الصائم	اللفائفي	المجموع	نسبة التغيير		
					الأثني عشر	الصائم	اللفائفي
السيطرة	2.21	2.55	2.80	7.56	1	1	1
بروتين عالي	2.79	2.59	3.30	8.68	110.56	115.49	119.11
بروتين منخفض	2.48	1.10	1.57	5.15	56.00	56.56	61.00
طاقة عالية	2.19	2.55	3.15	7.89	88.16	103.01	106.01
طاقة منخفضة	2.44	2.33	2.88	7.65	89.90	101.29	91.11
المتوسط	2.42	2.22	2.74	7.39	69.12	75.47	75.65

من خلال الجدول اعلاه يتضح ان اعلى قيمة لوفرة ناقل الأحماض الأمينية AEET3 قد كانت في منطقة اللفائفي بالنسبة للامعاء الدقيقة وتشير نتائج الدراسة الى إن وفرة ألجين AEET3 قد ازدادت معنويا مع زيادة نسبة البروتين في العليقة وهذه الزيادة ربما تعزى الى زيادة مدى التنظيم الجيني للجين AEET3 والناتج بسبب زيادة البروتين في العليقة اذ ان عملية التنظيم الخاصة بنواقل الأحماض الامينية والتي منها الناقلAEET3 قد اصبحت نشطة بفعل المنظم الجيني المرتبط بزيادة نسبة البروتين في الجسم وبالتالي يقوم بانتاج اعلى من mRNA كشفرات وراثية للبروتين في الخلايا وقد اتفقت هذه النتيجة مع Chen et. al (2002) و Glibert (2008) الذين اشاروا الى اهمية تاثير نوع ومستوى البروتين في العليقة على نواقل الاحماض الامينية داخل الجسم. كما ان ارتفاع نسبة البروتين في العليقة الأمر الذي أدى الى زيادة نواتج عمليات الهضم الخاصة بالبروتين وتحليلاته الجزيئية في الامعاء الدقيقة الامر الذي ادى الى زيادة التعبير الجيني وزيادة وفرة الجين AEET3، واتفقت هذه النتيجة مع Howard et al(2004) و Chen et. al (2002) الذان اكدوا ان نسبة وكمية البروتين في العليقة كان لها التأثير الكبير على مدى وفرة mRNA لنواقل العناصر الغذائية الخاصة بالببتيدات والأحماض الأمينية.

تأثير نوع وكمية البروتين على مستوى التعبير الجيني ومعدلات الوزن والزيادة الوزنية :

يشير الجدول(11) الى وجود فروقات في المعاملات المدروسة و يلاحظ انخفاض معدلات أوزان الجسم للمعاملات(T5,T3) ذات البروتين المنخفض والطاقة المنخفضة مقارنة بعليقة السيطرة والمعاملات الأخرى عند عمر 35 يوم من التربية إذ بلغ معدل الوزن بالنسبة للمعاملة الثالثة 1655.27 غم و1660.7غم والمعاملة الخامسة 1700.87 غم و 1630.5غم للذكور والإناث على التوالي وقد يكون سبب الانخفاض هذا بسبب انخفاض نسبة البروتين وبالتالي انخفاض معامل الهضم وتكوين ونمو الخلايا اذ ان عملية تأليف وتكوين البروتين داخل الجسم تعتمد على كمية ونوع البروتين المتناول لغرض تكوين عدد كبير من الشفرات الوراثية الثلاثية للاحماض الامينية الامر الذي ادى الى انخفاض عدد وحجم الخلايا والذي يعبر عنه بالنمو وهذا قد يكون هو سبب انخفاض معدلات الوزن والزيادة الوزنية. ومن ناحية اخرى كان هناك معامل ارتباط عالي المعنوية عند مستوى ($p<0.05$) و ($p<0.01$) بين وفرة ومدى التعبير الجيني ومعدلات الوزن والزيادة الوزنية عند عمر 35 يوم من التربية وقد يعزى سبب انخفاض نسخ mRNA للناقل الغذائيAEET3 بسبب انخفاض نسبة البروتين في العليقة وبالتالي معدل التعبير الجيني لهذا الناقل والذي بدوره يعد مسئولا عن نقل الاحماض الامينية وجائت هذه النتيجة متفقة مع (Hyde et al., 2003) الذي اكد ان عملية هضم البروتين ونقله الى الخلايا تتم عن طريق هذه النواقل بشكل احماض امينية أو على شكل ببتيدات ثنائية أو متعددة بواسطة نواقل الببتيدات (Daniel &Kottra, 2004; Gilbert et al., 2008). واتفقت هذه النتاذج ايضا مع كل من (Lipstein et al., 1975; Moran et al., 1992; Deschepper&Degroote, 1995; Moran et al.,1996; Bartov&Planki, 1998)

جدول (11) تأثير نوع العليقة في الأداء الإنتاجي (وزن الجسم و الزيادة الوزنية) للطيور عند عمر 21 و 35 يوم من العمر.

العليقة	وزن الجسم		الزيادة الوزنية		
	21 يوم	35 يوم	1- 21 يوم	22- 35	1- 35 يوم
السيطرة	866.5767	1796.853	826.5767	930.2767	1756.853
بروتين عالي	884.8667	1923.747	844.8667	1038.88	1883.747
بروتين منخفض	763.0167	1672.09	723.0167	909.0733	1632.09
طاقة عالية	842.55	1993.1	802.55	1150.55	1953.1
طاقة منخفضة	769.9833	1654.497	729.9833	884.5133	1614.497
المتوسط	825.3987	1808.057	785.3987	982.6587	1768.057

تأثير نوع وكمية البروتين على مستوى التعبير الجيني ومعدلات العلف المستهلك وكفاءة التحويل الغذائي :

ووزن الذبيحة ونسب الأحشاء الداخلية ووزن عضلة الصدر. كذلك اتفقت نتيجة البحث مع ما ذكره (Corzo et al., 2011) بأن إعطاء عليقة تحتوي على مستوى منخفض من البروتين بنسبة 18.9% تقريبا للفترة من 21 إلى 42 من العمر هذه الفترة تعتبر كفترة كافية لتكون ونمو الأنسجة ولكن بنسب منخفضة ويعود السبب إلى تأثر كل من كفاءة التحويل الغذائي ونسبة الاستفادة من العلف عند التغذية على مستويات منخفضة من البروتين. ومن جانب آخر يوضح الجدول أن هناك زيادة معنوية عند مستوى ($p<0.005$) بالنسبة لمعدلات ألأوزان والزيادات الوزنية للطيور في كل من المعاملة الثالثة والخامسة والتي تم رفع مستوى البروتين والطاقة على التوالي فيها مقارنة بعليقة السيطرة والعلائق الأخرى، حيث بلغ معدل الوزن في المعاملة الثالثة 1950.5غم و 1979.34 غم للذكور والإناث على التوالي وبلغ معدل الوزن في المعاملة الخامسة 2012.2 غم و1989.5 غم للذكور والإناث على التوالي. وقد يعزى سبب ذلك إلى زيادة قابلية الهضم للعناصر الغذائية المتناولة وبالتالي زيادة جاهزية هذه العناصر التي تعمل على تنظيم عمل ألجينات التي تعمل كمستقبلات للعناصر الغذائية للاستفادة بأكبر قدر ممكن من العناصر الغذائية بعمليات الايض والامتصاص إذ إن من المعروف إن أداء هذه النواقل يقع في ألأمعاء الدقيقة التي تعتبر المكان الرئيسي لامتصاص تلك العناصر كما أشار كل من Van Beers et al. (1995) و Lesson & Summers, (2001) و Gilbert et al. (2007) إلى أن الجنين يأخذ غذاءه من مح البيض في بادئ الأمر أما بعد الفقس فأن امتصاص العناصر الغذائية يعتمد بصورة أولية على نوع وكمية العلف المتناول ودوره في تنظيم التعبير ألجيني خلال ألأمعاء الدقيقة.

جدول (13) تأثير نوع العليقة في الأداء الإنتاجي (العلف المستهلك و كفاءة التحويل الغذائي) للطيور عند عمر 21 و 35 يوم من العمر.

العليقة	العلف المستهلك			كفاءة التحويل الغذائي		
	1- 21 يوم	22- 35	1- 35 يوم	1- 21 يوم	22- 35	1- 35 يوم
السيطرة	1335.873	2332.938	3668.812	1.616887	2.528864	2.091216
بروتين عالي	1275.053	2158.5	3433.553	1.509564	2.082485	1.823661
بروتين منخفض	1300.843	2348.464	3649.307	1.799661	2.584392	2.235927
طاقة عالية	1210.173	2107.592	3317.766	1.5094	1.834557	1.698922
طاقة منخفضة	1347.747	2409.685	3757.431	1.847044	2.728547	2.328611
المتوسط	1293.938	2271.436	3565.374	1.656511	2.351769	2.035667

المصـادر

Bartov I, Plavnki I. 1998. Moderate excess of dietary protein increasesbreast meat yield of broiler chicks. Poultry Science; 77:680-688.

Burant, C. F., J. Takeda, E. Brot-Laroche, G. I. Bell, and N.O. Davidson. 1992. Fructose transporter in human spermatozoaand small intestine is GLUT5. J. Biol. Chem.267:14523-14526.

Chen, H., Y.-X. Pan, E. Wong, J. Bloomquist, and K. Webb, Jr. 2002. Molecular cloning and functional expression of a chicken intestinal peptide transporter (cPepT1) in Xenopus oocytes and Chinese Hamster Ovary cells. J. Nutr. 132: 387-393.

Corzo A.,Loar II RE., Kidd MT. and Burgess SC. 2011.Dietary Protein Effects on Growth Performance, Carcass Traits and Expression of Selected JejunalPeptide and Amino Acid Transporters in Broiler Chickens1. Brazilian J. of Poult. Sci., 13: 139-146.

Daniel, H., and G. Kottra. 2004. The proton oligopeptidecotransporter family SLC15 in physiology and pharmacology. Pflugers Arch. Eur. J. Physiol. 447:610-618.

Deschepper K, De Groote G.1995. Effect of dietary protein, essential and non-essential amino acids on the performance and carcase composition of male broiler chickens. British Poultry Science 1995; 36:229-245.

Gilbert, E. 2005. Distribution and relative abundance of nutrient transporter mRNA in the gastrointestinal tract of black bears. Master's Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University. 161 pp.

Gilbert, E. 2008. Dietary And Developmental Regulation Of NutrientTransporter Gene Expression In The Small IntestineOf Two Lines Of Broilers. Anim&Poult. Sci. August 12, 2008.

Gilbert, E. R., E. A. Wong, M. Vaughan, and K. E. Webb, Jr. 2007. Distribution and abundance of nutrient transporter mRNA in the intestinal tract of the black bear, *Ursusamericanus*. Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Mol. Biol. 146:35-41.

Gilbert, E., E. Wong, and K. Webb, Jr. 2008. Peptide absorption and utilization: Implications for animal nutrition and health. J. Anim. Sci. In Press.

Gould, G. W., H. M. Thomas, T. J. Jess, and G. I. Bell. 1991. Expression of human glucose transporters in *Xenopus*oocytes:Kinetic characterization and substrate specificitiesof the erythrocyte, liver, and brain isoforms. Biochemistry30:5139–5145.

Hediger M. A., and D. B. Rhoads. 1994. Molecular physiology of sodium–glucose cotransporters. Physiol. Rev. 74:993–1026.

Howard, A., R. Goodlad, J. Walters, D. Ford, and B. Hirst. 2004. Increased expression of specific intestinal AA and peptide transporter mRNA in rats fed by TPN is reversed by GLP–2. J. Nutr. 134: 2957–2964

Hyde, R., P. M. Taylor, and H. S. Hundal. 2003. Amino acid transporters:Roles in amino acid sensing and signaling in animal cells.Biochem. J. 373:1–18.

Kanai, Y, Hediger, M. 1992. Primary structure and functional characterization of a high affinity glutamate transporter. Nature.;360:467–71.

Kayano, T., C. F. Burant, H. Fukumoto, G. W. Gould, Y. S.Fam, R. L. Eddy, M. G. Byers, T. B. Shows, S. Seino, andG. I. Bell. 1990. Human facilitative glucose transporters.Isolation, functional characterization, and gene localizationof cDNAs encoding an isoform (GLUT5) expressed insmall intestine, kidney, muscle, and adipose tissue andan unusual glucose transporter pseudogene–like sequence(GLUT6). J. Biol. Chem. 265:13276–13282.

Leeson, S., and J. D. Summers. 2001. Scott's Nutrition of the Chicken.4th ed. University Books, Ontario, Canada.

Lipstein B, Bornstein S, Bartov I. 1975. The replacement of some of the soybean meal by the first–limiting amino acids in practical broiler diets. 3. Effects of protein concentrations and amino acid supplementations in broiler finishing diets on fat deposition in the carcass. British Poultry Science 1975; 16:627–635.

Moran Jr ET, Bushong RD, Bilgili SF. 1992. Reducing dietary crude proteinfor broilers while satisfying amino acid requirements by least–costformulation: Live performance, litter composition, and yield of fastfood carcass cuts at six weeks. Poult. Sci; 71:1687–1694.

Moran Jr ET, Stilborn HL. 1996. Effect of glutamic acid on broilers given submarginal crude protein with adequate essential amino acids using feeds high and low in potassium. Poultry Science 1996; 75:120-129.

Newsholme, P., M. M. Lima, J. Procopio, T. C. Pithon-Curi,S. Q. Doi, R. B. Bazotte, and R. Curi. 2003. Glutamine andglutamate as vital metabolites. Braz. J. Med. Biol. Res.36:153-163.

Van Beers, E. H., H. A. Buller, R. J. Grand, A. W. C. Einerhand,and J. Dekker. 1995. Intestinal brush border glycohydrolases:Structure, function, and development. Crit. Rev. Biochem. Mol.Biol. 30:197-262.

إسماعيل، اسماعيل حبيب. 1997. تقدير المعالم الوراثية لبض الصفات الكمية للجاج العراقي البني اللون. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد.