

泌乳能力の高い種雌豚の授乳期における高蛋白質飼料の給与効果

細野真司・高橋圭二・新垣裕子

Effect of feeding High Protein Diet to Gilts and Sows Having High Lactating Ability

Shinji HOSONO, Keiji TAKAHASHI and Yuko ARAGAKI

要 約

泌乳能力の高い母豚の授乳期における損耗を予防するため、高エネルギー、高蛋白質飼料の給与効果を検討した。高エネルギー、高蛋白質飼料(粗蛋白質(CP)20.7%、可消化養分総量(TDN)76.3%)を給与した試験区は、初産次および2産次ともに、通常の配合飼料を給与した対照区に比べ、体重の減少量および減少率が低かった。また1日あたりの飼料摂取量から養分摂取量を算出したところ、試験区では、初産次および2産次ともに可消化エネルギー(DE)とリジンが充足されたが、対照区では充足されなかった。また対照区において、初産次は、2産次に比べ飼料摂取量が低く、CPが充足されなかった。これらの結果から、泌乳能力の高い種豚では、特に初産次など飼料摂取量が少ない条件下において、授乳期間中の母豚の養分要求量を満たすために高蛋白質飼料の給与が有効である。

緒 言

近年豚の品種改良が進み、産子数が増え子豚の発育能力が向上している^{1,2,3,4,5)}。それに伴い、授乳子豚の発育に必要とされる泌乳量が増加し⁶⁾、母豚にかかる負担も大きくなっている。母豚の飼養管理の重要なポイントは、離乳後の発情再帰が遅延することなく繁殖効率を高め、長期間繁殖に供せるようにすることである^{9,10,11)}。このことから授乳期における母豚の損耗をいかに抑えるかが求められている。

授乳期の母豚の損耗を抑える飼料として、高エネルギー、高蛋白質飼料の給与が効果的と言われており^{7,12)}、アメリカの飼養標準(NRC)でも、1998年³⁾と2011年版⁴⁾を比較すると、2011年版ではより高エネルギー、高蛋白質の基準となっている。

そこで、初産次および2産次においてCP含量の高い飼料を給与することにより、母豚の損耗を抑え、高い繁殖性を維持することができるかを検討した。

材料および方法

1. 供試豚

アメリカより輸入したランドレース種(L)と当センターで維持しているボウソウW(W)を交配し生産した同腹のLW雌を供試母豚(全6頭)とした。その母豚にデュロック種(D)を交配して、生産した子豚を供試子豚とした。試験は、初産次および2産次ともに、分娩当日を第1日目とし3週間実施した。授乳頭数については、初産次は1腹11頭以上に調整し、2産次は各母豚の生産頭数とし、調査した。

2. 試験区分と供試飼料

試験区分は、対照区と試験区の2区とし、それぞれ母豚3頭ずつを供試した。市販種豚用飼料(CP15%、TDN74%以上)を用いた区を対照区とし、対照区の飼料に市販の高蛋白質サプリメント(CP35%、TDN82%以上)を5:2の割合で配合した供試飼料(CP20.7%、TDN76.3%)を用いた区を試験区とした。

なお試験期間は、分娩から離乳までの3週間とし、試験豚は、不断給餌、自由飲水とした。供試飼料の一般成分分析値を表1に示した。分析は公定法により行った。水分以外は原物中の含有割合を示した。また、アミノ酸含量を表2に示した。アミノ酸含量の分析値は塩酸加水分解処理を行い、自動アミノ酸分析機(JLC-

平成25年 8月31日受付

500V) によって測定した¹³⁾。

表1 供試飼料中の一般成分分析値 (%)

成分	対照区	試験区
TDN	74.0	76.3
水分	12.08	12.34
粗蛋白質	16.77	22.16
粗脂肪	4.20	5.86
粗繊維	3.65	3.79
粗灰分	7.00	4.82
NFE	64.04	58.21

※ 飼料原物中の割合

表2 供試飼料のアミノ酸含量 (%)

アミノ酸	対照区	試験区
Ala アラニン	0.832	1.100
Arg アルギニン	0.844	1.196
Asp アスパラギン酸	5.204	7.521
Glu グルタミン酸	2.736	3.587
Gly グリシン	0.682	0.933
His ヒスチジン	0.344	0.449
Ile イソロイシン	0.536	0.813
Leu ロイシン	1.237	1.610
Lys リジン	0.715	1.171
Met メチオニン	0.018	0.018
Phe フェニルアラニン	0.638	0.873
Pro プロリン	0.989	1.210
Ser セリン	0.683	0.927
Thr トレオニン	0.597	0.872
Tyr チロシン	0.197	0.270
Val バリン	0.701	0.993

※ 飼料原物中の割合

3. 調査項目

(1) 母豚

体重を分娩予定日の1週間前、分娩直後および分娩後1週、2週、3週（離乳）時の計5回測定し、体重の減少量と減少率を後述の計算式を用い算出した。

分娩後から離乳時までの21日間の飼料摂取量を測定した。この飼料摂取量から、1日当たりのDE・CP・リジンの摂取量を、後述の計算式を用い算出した。

初産次分娩後、発情が認められ人工授精を行った日を発情日とし、離乳日から発情日までの日数を発情再帰日数として調査した。

<各計算式>

① 母豚の体重の減少率

$$= (\text{分娩直後の体重} - \text{離乳時の体重}) / \text{分娩直後の体重} \times 100$$

② 1日当たりのDE摂取量 (Mcal)

$$= \text{1日当たりの飼料摂取量(kg)} \times \text{飼料中TDN(\%)} \times 4.41 \div 1000$$

③ 1日当たりのCP摂取量 (g)

$$= \text{1日当たりの飼料摂取量 (kg)} \times \text{飼料中CP (\%)} \times 10$$

※ 飼料中CPは、供試飼料の一般成分分析値を参照

④ 1日当たりのリジン摂取量 (g)

$$= \text{1日当たりの飼料摂取量(kg)} \times \text{飼料中リジン(\%)} \times 10$$

※ 飼料中リジンは、供試飼料のアミノ酸組成を参照

(2) 子豚

生時、1週齢、2週齢、3週齢（離乳）に個々の体重を測定し、各週の1腹総体重、増体量を算出した。

結 果

1. 母豚の初産次における成績

(1) 初産次における産子数の補正、1腹総体重および子豚の平均増体量

哺乳開始頭数は、対照区、試験区ともに11頭以上となるように分娩直後に里子で調整したが、対照区において子豚1頭が8日目に圧死し、産子数が11頭より少なくなった母豚がいた。そのため、試験期間中はすべての母豚の産子数が11頭であったと仮定し、各週齢時における子豚1頭の平均体重から、11頭分の1腹総体重を算出した。

初産次における繁殖成績を表3に示した。3週齢時の1腹総体重は、対照区で67.1kg、試験区で70.5kgであり、1日平均増体量は、対照区で0.24kg、試験区で0.26kgであり、これらの結果から、両区とも子豚は良好な発育を示し、区間に差はみられなかった。

表3 初産時における繁殖成績

	対照区	試験区
供試母豚	頭 3	3
産歴	1	1
哺乳開始頭数	頭 11.0 ± 0.0	11.3 ± 0.6
離乳頭数	頭 10.3 ± 0.6	11.3 ± 0.6
1腹総体重		
生時	kg 15.7 ± 1.5	15.2 ± 2.0
1週齢時	kg 30.0 ± 3.0	31.6 ± 5.0
2週齢時	kg 48.0 ± 1.4	51.5 ± 8.0
3週時(離乳)	kg 67.1 ± 4.8	70.5 ± 12.6
哺乳期間中の子豚の1日平均増体量	kg 0.24 ± 0.2	0.26 ± 0.5

※ 平均値±標準偏差

※ 1腹総体重は、産子数が11頭であったと仮定し算出した

(2) 初産次の母豚の体重、体重の減少量・減少率および発情再期日数

初産次の母豚の体重、体重の減少量・減少率を表4に示した。平均体重は、対照区で214.7kg、試験区で196.7kgであり、区間に差はみられなかった。体重の平均減少量は、分娩後から3週齢までの間で、対照区は22.7kgであったが、試験区は、平均11.5kgと約半分の値で、減少率は対照区10.6%、試験区5.4%となった。

発情再帰日数と次産の平均総産子数を表5に示した。発情再帰日数は、対照区で9.3日、試験区で5.0日であった。対照区でやや遅れたのは、発情遅延により再帰日数が16日であった個体が1頭いたためであり、この個体を除けば平均6.0日であった。次産の平均総産子数は、対照区10.3頭、試験区10頭であり、区間に差はみられなかった。

表4 初産時における母豚の体重とその減少量

		対照区	試験区
分娩後体重	kg	214.7 ± 14.4	196.7 ± 34.1
離乳後体重	kg	192.0 ± 16.6	185.2 ± 23.8
減少量	kg	22.7 ± 2.3	11.5 ± 11.0
減少率	%	10.6 ± 1.7	5.4 ± 4.4

※ 平均値±標準偏差

表5 初産時の発情再帰日数と次産の総産子数

		対照区	試験区
発情再帰日数	日	9.3 ± 5.8	5.0 ± 0.0
次産の平均総産子数	頭	10.3 ± 2.1	10.0 ± 0.6

※ 平均値±標準偏差

(3) 初産次の母豚の1日あたりの飼料・CP・DE・リジンの摂取量

初産次の母豚の1日あたりの飼料摂取量と、計算式を用い算出したDE、CPおよびリジンの摂取量を表6に示した。

1日あたりの飼料摂取量は、対照区4.23kg、試験区4.25kgであり、有意な差はみられなかった。

1日あたりのDE摂取量は、対照区14.7Mcal、試験区18.0Mcalであり、試験区の方が高い値を示したが、有意な差はみられなかった。

1日あたりのCP摂取量は、対照区では635.1gと、2005年版日本飼養標準（豚）²⁾の基準値（803g）より不足したが、試験区では879.6gと基準値を満たし、区間で有意な差が認められた（ $P<0.05$ ）。

配合飼料を給与されている豚は、必須アミノ酸のうちリジンが最も不足しやすいと言われており、2005年版日本飼養標準（豚）²⁾および2011年版NRC⁴⁾でも豚のリジンの摂取については詳しく記載されている。本試験でも1日あたりのリジン摂取量を算出した結果、対照区27.7g、試験区49.7gであり、区間で有意な差が認められた（ $P<0.01$ ）。2005年版日本飼養標準（豚）²⁾

表6 初産次における1日あたりの飼料成分摂取量

		対照区	試験区
飼料摂取量	kg	4.23 ± 0.6	4.25 ± 0.2
DE摂取量	Mcal	14.7 ± 2.1	18.0 ± 0.6
CP摂取量	g	635.1 ^b ± 107.8	879.6 ^a ± 40.8
リジン摂取量	g	27.7 ^B ± 4.6	49.7 ^A ± 3.2

※ 平均値±標準偏差

※ 異符号間に有意差有り 大文字: $P<0.01$ 小文字: $P<0.05$

のリジン要求量の基準値は46.8gであり、対照区は不足し、試験区は充足していた。

2. 母豚の2産次における成績

(1) 2産次における産子数、1腹総体重および子豚の平均増体量

2産次における繁殖成績を表7に示した。

哺乳開始時の平均頭数は、対照区は10.3頭、試験区は9.0頭であった。対照区の哺乳豚1頭が圧死し、平均離乳頭数は10.0頭となった。試験区には、頭数の変動はなかった。

3週齢時の1腹総体重は、対照区76.3kg、試験区68.9kgであり、1日平均増体量は、対照区0.29kg、試験区0.26kgであった。これらの結果から、2産次においても、両区の子豚は良好な発育を示し、区間に差はみられなかった。

表7 2産次における繁殖成績

		対照区	試験区
供試母豚	頭	3	3
産歴		2	2
哺乳開始頭数	頭	10.3 ± 2.1	9.0 ± 1.7
離乳頭数	頭	10.0 ± 1.7	9.0 ± 1.7
1腹総体重			
生時	kg	15.6 ± 3.1	13.4 ± 2.9
1週齢時	kg	32.4 ± 6.2	29.4 ± 8.0
2週齢時	kg	53.7 ± 9.1	49.1 ± 12.3
3週時(離乳)	kg	76.3 ± 10.7	68.9 ± 16.4
哺乳期間中の子豚の1日平均増体量	kg	0.29 ± 0.4	0.26 ± 0.7

※ 平均値±標準偏差

(2) 2産次の母豚の体重、体重の減少量・減少率

2産次の母豚の体重、体重の減少量・減少率を表8に示した。平均体重は、対照区205.2kg、試験区196.5kgであり、区間に差はみられなかった。体重の平均減少量は、分娩後から3週齢までの間で、対照区は14.2kgであったが、試験区は増体した個体がみられ、0.2kgであった。また、両区とも2産次は体重の平均減少量が、初産次よりも低い値となった。減少率は対照区6.9%、試験区-0.3%であった。

表8 2産次における母豚の体重とその減少量

		対照区	試験区
分娩後体重	kg	205.2 ± 6.8	196.5 ± 30.5
(初産との差)		(-9.5)	(-0.2)
離乳後体重	kg	191.0 ± 7.9	196.3 ± 27.4
(初産との差)		(-1.0)	(-11.1)
減少量	kg	14.2 ± 5.1	0.2 ± 14.8
(初産との差)		(-8.5)	(-11.3)
減少率	%	6.9 ± 2.4	-0.3 ± 8.2
(初産との差)		(3.7)	(5.7)

※ 平均値±標準偏差

- (3) 2産次の母豚の1日あたりの飼料・CP・DEの摂取量
2産次の母豚の1日当たりの飼料摂取量と、計算式を用い算出したDE、CPおよび摂取量を表9に示した。

表9 2産時における1日あたりの飼料成分摂取量

		対照区	試験区
飼料摂取量	kg	6.35 ± 1.0	5.76 ± 1.5
(初産との差)		(2.12)	(1.51)
DE摂取量	Mcal	17.2 ± 3.3	20.6 ± 4.9
(初産との差)		(2.5)	(2.6)
CP摂取量	g	951.9 ± 171.7	1192.4 ± 322.2
(初産との差)		(316.8)	(312.8)
リジン摂取量	g	45.4 ^B ± 7.3	67.5 ^A ± 25.0
(初産との差)		(17.7)	(17.8)

※ 平均値±標準偏差
※ 異符号間に有意差有り 大文字:P<0.01

1日あたりの飼料摂取量は、対照区6.35kg、試験区5.76kgと差はみられず、初産次と比べると、対照区は+2.12kg、試験区は+1.51kgと増加した。

1日あたりのDE摂取量は、対照区が17.2Mcal、試験区が20.6Mcalであり、試験区がより多かったが、有意な差ではなかった。

1日あたりのCP摂取量は、対照区が951.9g、試験区1192.4gであり、ともに要求量基準値(803g)を満たし、区間に差はみられなかった。

1日あたりのリジンの摂取量は、対照区45.4g、試験区67.5gであり、試験区のみが要求量基準値(46.8g)を満たし、有意な差が認められた(P<0.01)。

3. 産次別DE摂取量、CP摂取量、体重減少量および子豚の増体量間の相関

産次別のDE摂取量、CP摂取量、体重減少率および子豚の増体量間の相関を、表10、11に示した。

初産次では、体重減少率の大きな個体は、DE摂取量が少ないという傾向がみられた。2産次では、DE摂取量と体重減少率の相関をみると、子豚の増体が悪く授乳期間中に増体した個体1頭を除き、母豚の体重減少率が大きい個体は、DE摂取量が多く、有意な正の相関(r=0.95)がみられ、初産次とは逆の現象を示した、さらに2産次では、子豚の増体量と母豚の体重減少率との間にも有意な正の相関(r=0.91)がみられた。

表10 初産時における、DE・CP・母豚の体重減少率および子豚の増体量間の相関係数

	①	②	③	④
	DE摂取量	CP摂取量	母豚の体重減少率	子豚の増体量
①	-	0.65	-0.73	-0.02
②	ns	-	-0.66	0.18
③	ns	ns	-	0.19
④	ns	ns	ns	-

考 察

初産次および2産次とも、授乳子豚は良好な発育を示し、生時から離乳までの1腹総体重については、対照区、試験区で有意な差はみられなかった。

飼料摂取量は、両区間で差はみられなかったが、両区ともに初産次よりも2産次が多くなった。それに伴い、DE摂取量も2産次の方が多くなった。

母豚は泌乳に必要な養分量を摂取できなくても乳の生産および泌乳を優先させることから、その不足分を補うために自らの蓄積養分を分解放出する²⁾ため、授乳期には体重の減少を伴うことになる。また、乳の生産に関与する養分量は、子豚の増体量と頭数から試算することができ^{3,14)}、とりわけ子豚の頭数を揃えた本調査では、母乳生産と子豚の増体量に強い相関があることが予想される。

2産次において、子豚の増体量と母豚の体重減少量との間に正の相関がみられ、母豚の体重減少率が大きい個体は、DE摂取量も多いという正の相関がみられた。

これは前述のように、母豚は、採食量を増加させたが維持および泌乳に必要な養分を充足できなかったため、自身の蓄積養分を分解放出により不足分を補い十分な泌乳量を確保した。その結果、子豚が良好な発育を示したと考えられる。

しかし、初産次では、2産次とは逆に体重減少率の大きな個体は、飼料摂取量が少ないという負の相関がみられた。

初産豚では個体自体が成長途上にあり自らの蓄積養分が少ないため、2産次以上にエネルギーを必要とする⁹⁾が、初めて分娩したストレスも加わって、飼料摂取量が低下するため、体重が大きく減少してしまうと推測される。

CPおよびリジンの摂取量は、初産次では飼料摂取量が少なかったため、対照区では2005年版日本飼養標準(豚)の要求量を満たせなかった。2産次では、1日あたりの飼料摂取量が初産次よりも増え、対照区においてもCP摂取量が充足し、リジン摂取量も基準値に近い値となった。

発情再帰日数については、初産次および2産次とも両区間で有意な差はみられなかったが、対照区では、初産

表11 2産時における、DE・CP・母豚の体重減少率および子豚の増体量間の相関係数

	①	②	③	④
	DE摂取量	CP摂取量	母豚の体重減少率	子豚の増体量
①	-	0.79	0.95	0.90
②	*	-	-0.02	0.93
③	**	ns	-	0.91
④	*	**	*	-

* : P<0.05 ** : P<0.01
※ 授乳期間中に体重が増加した母豚1頭を除いた

次に発情再帰が遅延した個体があった。初産豚の授乳期にリジン摂取量が少ないと卵胞の発育が悪くなるとの報告¹¹⁾がある。この個体は、授乳期間中の1日当たりの採食量が、平均4.23kgに対し3.7kgと最も少なく、CP、DEおよびリジンすべての要求量を満たせなかった。しかし、発情遅延の原因がエネルギー不足なのか、蛋白質不足なのかは、今回の試験から明確にすることはできなかった。

以上のことから、泌乳能力の高い種雌豚では、初産次など飼料摂取量が少ない条件下において、授乳期間中の母豚の養分要求量を満たすために高エネルギー、高蛋白質飼料の給与が有効であると考えられた。

引用文献

- 1) 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1998) , 日本飼養標準・豚, 1998年版, 中央畜産会
- 2) 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構 (2005) , 日本飼養標準・豚, 2005年版, 中央畜産会
- 3) National Research Council (1998) , Nutrient Requirements of Swine 10th rev.ed., National Academy Press, Washington, D.C
- 4) National Research Council (2011) , Nutrient Requirements of Swine 11th rev.ed., National Academy Press, Washington, D.C
- 5) Casey Neill and Noel Williams (2010) , Milk Production and Nutritional Requirements of Modern Sows, London Swine Conference., March 31-April 1
- 6) M.L. Self and R.H. Grummer (1958) , The rate and economy of pig gains and the reproductive behaviour in sows when litters are weaned at 10days, 21days or 56days of age, J. Anim. Sci., 17, 862-868
- 7) D.A. Knabe, J.H. Brendemuhl, L.I. Chiba and C.R. Dove (1996) , Supplemental lysine for sows nursing large litters, J. Anim. Sci., 74, 1635-1640
- 8) 梶 雄次・羽鳥恭章・古谷 修・石橋 晃 (1992) , 未経産豚の妊娠期および授乳期におけるリジン要求量, 日畜会報, 63, 955-963
- 9) M.T. Coffey, G.G. Diggs, D.L. Handlin, D.A. Knabe, C.V. Maxwell, Jr., P.R. Noland, T.J. Prince and G.L. Cromwell (1994) , Effect of dietary energy during gestation and lactation on reproductive performance of sows, J. Anim. Sci., 72, 4-9
- 10) 日本農産工業株式会社中央研究所編 (1995) : 繁殖豚用飼養マニュアル
- 11) H. Yang, G.R. Foxcroft, J.E. Pettigrew, L.J. Johnston, G.C. Shorson, A.N. Costa and L.J. ZaK (2000) , Impact of dietary lysine intake during lactation on follicular development and oocyte maturation after weaning in primiparous sows, J. Anim. Sci., 78, 993-1000
- 12) H. Yang, J.E. Pettigrew, L.J. Johnston, G.C. Shurson and R.D. Walker (2000) , Lactational and subsequent reproductive responses of lactating sows to lysine (protein) concentration, J. Anim. Sci., 78, 348-357
- 13) 島藪順雄・中川一郎 (1964) , タンパク質・アミノ酸の栄養学, 日本必須アミノ酸協会
- 14) J. Noblet and M. Etienne (1989) , Estimation of sow milk nutrient output. J. Anim. Sci., 67, 3352-3359