UTILISATION DE LA BETTERAVE DANOISE DANS L'ALIMENTATION DU PORC EN CROISSANCE

I. — RECHERCHE D'UN PLAN DE RATIONNEMENT

A. RÉRAT et Y. HENRY

avec la collaboration technique de E. ENGRAND et H. BOUSQUET.

*Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs,
Centre national de Recherches zootechniques, Jouy-en-Josas (Seine-et-Oise)*

SOMMAIRE

Quatre expériences successives ont été réalisées au cours des campagnes 1960-61 et 1961-62 afin de rechercher les conditions optimum d'utilisation de la betterave danoise dans l'alimentation du Porc en croissance, suivant le système Lehmann. Le principe des expériences consiste, à partir du régime Lehmann classique (225 g d'un concentré azoté renfermant 40 p. 100 de matières azotées digestibles et 1 250 g d'orge, en complément des betteraves à volonté), à accroître, séparément ou simultanément, les quantités journalières de concentré azoté (de 225 à 325 g, puis 425 g) et d'aliment complémentaire (de 1 475 à 1 725 g, puis 1 925 g). En même temps, l'efficacité du système Lehmann d'alimentation à base de betteraves est comparée à celle d'un aliment concentré complet. Les animaux, de race *Large White* et d'un poids initial de 30 kg, sont répartis par lots de dix et élevés en loges individuelles jusqu'au poids d'abattage de 90 kg.

De l'ensemble des résultats obtenus, il ressort les faits suivants :

— Les animaux rationnés selon le système Lehmann classique présentent, entre les poids de 30 et 90 kg, une vitesse de croissance inférieure d'environ 20 p. 100 à celle des animaux soumis au régime complet (532 g contre 675 g) ; l'indice de consommation est plus élevé (3,66 kg de matière sèche par kg de gain contre 3,12) ; l'importance des tissus adipeux dans les carcasses est également augmentée.

— L'administration de quantités accrues d'aliment complémentaire de betteraves (1 725 et 1 925 g au lieu de 1 475 g) provoque une amélioration sensible de la vitesse de croissance, cette dernière étant aussi élevée avec 1 925 g qu'avec le régime complet. Dans ces conditions, la quantité totale d'aliment concentré nécessaire à l'engraissement n'est pas plus élevée qu'avec le système de rationnement classique. Par contre, la quantité totale de betteraves consommées est nettement plus faible (environ 500 kg pour 1 475 g d'aliment complémentaire, 400 kg pour 1 725 g et 300 kg pour 1 925 g) ; il en résulte une diminution notable de l'indice de consommation exprimé en matière sèche. De la même façon, l'élévation de la quantité de concentré azoté, pour un même niveau d'aliment complémentaire, permet d'obtenir une amélioration sensible, quoique non significative, de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire. En ce qui concerne la composition corporelle, les effets sont différents selon le type d'aliment complémentaire utilisé : lorsqu'on augmente simplement la quantité d'orge, le pourcentage de morceaux gras dans les carcasses a tendance à s'accroître. Lorsqu'on augmente simultanément la quantité de concentré azoté et d'orge, la composition corporelle des animaux n'est pratiquement pas modifiée, malgré une vitesse de croissance plus rapide.

— La consommation de betteraves, faible au début de la croissance, ne devient importante qu'au-delà de 60 kg de poids vif : rapportée au poids vif, elle est d'autant plus faible que la quantité d'aliment complémentaire est plus élevée, soit respectivement 10, 8 et 7,5 p. 100 pour 1 475, 1 725 et 1 925 g. La consommation journalière de matière sèche, exprimée en pourcentage du poids vif, est la même, en fin de croissance, d'un mode de rationnement à l'autre, alors qu'au début de la croissance elle est d'autant plus élevée que l'apport d'aliment complémentaire est plus important.

— Les quantités de betteraves équivalentes à 1 kg d'aliment concentré varient entre 7,1 et 8,9 kg pour une teneur moyenne en matière sèche de 16,8 p. 100, la meilleure valeur de remplacement étant obtenue avec le mode de rationnement le plus large.

Compte tenu des observations précédentes, on peut recommander de distribuer, en complément des betteraves à volonté à partir de 30 kg de poids vif, 325 g d'un aliment concentré renfermant 40 p. 100 de matières azotées digestibles et 1 600 g d'orge. La consommation de betteraves, selon ce mode de rationnement, représente environ 30 p. 100 sur la consommation totale de matière sèche et le gain de poids moyen journalier qui en résulte est de l'ordre de 650 g entre 30 et 90 kg de poids vif.

INTRODUCTION

L'introduction en France des variétés de betteraves à haute teneur en matière sèche et d'un rendement élevé à l'hectare, a permis de mettre à la disposition de l'éleveur un aliment apte à couvrir économiquement une partie des besoins énergétiques de ses animaux. Cependant, l'utilisation de cette plante sarclée en alimentation porcine a posé, dès le départ, de nombreux problèmes liés en particulier à sa forte teneur en eau et au déséquilibre entre les fractions azotée et énergétique. En dehors de la détermination de sa valeur alimentaire, le problème le plus important réside dans les modalités de son administration au Porc en croissance : il s'agit, d'une part, de connaître la nature et la quantité de l'aliment complémentaire, d'autre part, les quantités de betteraves à administrer aux différents âges.

Il y a déjà une vingtaine d'années qu'une solution à ce problème a été apportée au Danemark par une adaptation du système Lehmann d'alimentation, qui était primitivement conçu pour l'utilisation d'aliments plus riches en matière sèche que les betteraves danoises, par exemple les pommes de terre ou les topinambours (LEHMANN, 1929). Ainsi JESPERSEN (1945) préconise, en complément des betteraves à volonté, une distribution journalière de 1 250 g d'orge et de 3 l de lait écrémé ou d'un aliment concentré azoté en quantité telle que l'apport de matières azotées digestibles soit équivalent à celui fourni par le lait écrémé (soit 250 g d'un complément azoté renfermant 40 p. 100 de matières azotées digestibles). Cependant, les animaux ainsi traités, aussi bien dans les expériences danoises que dans la pratique de l'élevage en France, présentent une croissance généralement inférieure à celle provoquée par des régimes entièrement composés d'aliments concentrés. En outre, l'adaptation du système Lehmann pour l'élevage danois est déjà assez ancienne et s'appliquait à des porcs n'ayant pas les mêmes caractéristiques de précocité que les souches dont nous disposons actuellement.

C'est pourquoi, il nous a paru indispensable d'entreprendre une série d'expériences destinées à préciser les possibilités d'amélioration de la technique utilisée par les auteurs scandinaves et plus particulièrement le niveau de complémentation azotée et énergétique.

TECHNIQUES EXPÉRIMENTALES ET MATÉRIEL UTILISÉ

Quatre expériences sont réalisées durant les campagnes 1960-61 et 1961-62, afin d'étudier les conditions optimum d'utilisation des betteraves dans l'alimentation du porc en croissance ; il s'agit de betteraves de la variété *Hunsballe*, récoltées sur le domaine de Jouy-en-Josas.

Une première expérience A est destinée à :

— comparer l'efficacité d'un régime Lehmann à base de betteraves à celle d'un régime complet établi selon les recommandations classiques ;

— contrôler si le niveau de complémententation azotée préconisé par les auteurs danois ne constitue pas un facteur limitant de la croissance.

A cet effet, trois lots de 10 animaux (1 *Large White*, 4 *Danois* et 5 croisés *Danois* × *Large White*) sont constitués en tenant compte de l'origine, du sexe et du poids initial (33 kg en moyenne). Les animaux du lot I_A sont soumis à un rationnement proche de celui préconisé dans le système Lehmann classique. Ils reçoivent chaque jour 225 g d'un concentré azoté renfermant 46 p. 100 de matières azotées totales (tabl. 1), 1 250 g d'orge, et des betteraves à volonté dès qu'ils atteignent le poids de 35 kg. Dans le lot II_A les animaux reçoivent, outre les betteraves, dans les mêmes conditions que précédemment, 325 g de concentré azoté et 1 150 g d'orge, de telle manière que la quantité totale d'aliment concentré ingérée quotidiennement soit la même que dans le lot I_A. Dans le lot témoin III_A, les animaux ingèrent à volonté un aliment complet, dont la composition est rapportée dans le tableau I.

TABLEAU I
Composition des régimes

	Aliment industriel		Concentré azoté (%)	
	Période 30-60 kg (%)	Période 60-90 kg (%)		
Orge	74	79	—	
Prémélange vitaminisé (à base d'orge) (1)	4	4	—	
Farine de foin de luzerne	3	5	—	
Tourteau d'arachide d'extraction	4	3	22,5	
Tourteau de soja cuit	4	3	22,5	
Farine de viande	2	2	22,5	
Farine de poisson	2	—	12,5	
Levure	4	2	10	
Mélange minéral (2)	3	2	10	
	100	100	100	Orge
<i>Résultats d'analyse p. 100</i>				
Matière sèche	87,3	89,5	90,3	86,6
Matières minérales	5,6	5,5	20,8	5,7
Matières cellulosiques	5,2	6,7	5	4,3
Matières azotées totales	17,1	14,7	45,6	10
Matières grasses	1,9	2,3	2,1	2,3

(1) Prémélange apportant par kg de régime : Vitamine A 5 000 UI
 Vitamine D 500 UI
 Riboflavine 2 mg
 Acide pantothénique 5 mg
 Vitamine B₁₂ 0,010 mg
 Choline 1 000 mg

Le mélange vitaminique est inclus de la même manière dans l'orge pour les lots recevant les betteraves.

(2) Mélange minéral selon HEINEMAN et al. (1946).

Les expériences B, C et D (tabl. 2) ont pour objet de déterminer, à partir du régime Lehmann classique, la quantité optimum d'aliment concentré à administrer en complément des betteraves, et les proportions respectives de concentré azoté et d'orge. A cet effet, on augmente, dans chaque

expérience, la quantité d'orge, avec ou sans accroissement de la quantité de concentré azoté, et on compare avec un lot témoin commun à deux expériences successives. C'est ainsi qu'on passe de 1 475 g d'aliment complémentaire, dans l'expérience A, à 1 725 g, dans les expériences B et C, et 1 925 g, dans l'expérience D. Les animaux sont de race *Large White* et proviennent de 10 portées différentes de l'élevage de Jouy-en-Josas. Au sein de chaque portée, deux ou trois animaux, suivant le cas, sont choisis de même poids (en moyenne 30 kg) et de même sexe et sont répartis dans chacun des lots.

TABLEAU 2

Tableau récapitulatif des expériences

Expérience	Lot	Aliment complet	Concentré azoté (g/l)	Orge (g/l)	Betteraves danoises
A (hiver 1960-1961)	I _A	—	225	1 250	<i>ad libitum</i>
	II _A	—	325	1 150	<i>ad libitum</i>
	III _A	<i>ad libitum</i>	—	—	—
B (hiver 1960-1961)	I _B	—	225	1 250	<i>ad libitum</i>
	II _B	—	225	1 500	<i>ad libitum</i>
	III _B	—	325	1 400	<i>ad libitum</i>
C (hiver 1961-1962)	I _C	—	225	1 250	<i>ad libitum</i>
	II _C	—	325	1 400	<i>ad libitum</i>
D (hiver 1961-1962)	I _D	—	325	1 400	<i>ad libitum</i>
	II _D	—	325	1 600	<i>ad libitum</i>
	III _D	—	425	1 500	<i>ad libitum</i>

Les animaux sont élevés en loges individuelles et reçoivent quotidiennement 3 repas de 20 à 30 minutes, l'orge et le concentré azoté étant fournis sous forme de mélange. Les betteraves sont distribuées à volonté, sous forme de cossettes, à partir du moment où les animaux consomment la totalité de leur mélange concentré.

Au cours de la croissance, il est procédé à la pesée des animaux à intervalles réguliers (tous les 14 jours) et à l'enregistrement quotidien des quantités de nourriture consommée. Après abattage, à 90 kg environ, les carcasses sont préparées suivant la découpe parisienne et diverses mesures sont effectuées : rendement, $\frac{\text{poids net}}{\text{poids vif}} \times 100$, épaisseur moyenne du lard dorsal $\frac{(\text{Rein} + \text{Dos})}{2}$, pourcentages de morceaux maigres (jambon + longe) et de morceaux gras (bardière + panne) par rapport au poids net de la carcasse.

La comparaison statistique des moyennes à l'intérieur de chaque expérience est effectuée suivant le test de KEULS-NEWMAN (SNEDECOR, 1956).

RÉSULTATS

I. — Composition chimique des régimes

Les résultats moyens des dosages effectués sur les échantillons des différents régimes sont rapportés dans le tableau 1. En ce qui concerne les betteraves, il a été procédé à des déterminations hebdomadaires de la matière sèche et de l'azote total. Les teneurs moyennes ont été :

— pendant l'hiver 1960-61, 16,8 p. 100 de matière sèche et 0,18 p. 100 d'azote total, soit 1,07 p. 100 de la matière sèche ;

— pendant l'hiver 1961-62, 17,1 p. 100 de matière sèche et 0,19 p. 100 d'azote total, soit 1,12 p. 100 de la matière sèche.

Il est à noter que les concentrations en éléments nutritifs diminuent progressivement en cours de conservation, sauf en ce qui concerne les minéraux (tabl. 3). Ainsi la diminution de la teneur en matière sèche est de l'ordre de 10 p. 100 ; ces pertes sont normales et correspondent aux indications des différents auteurs (FIDDIAN, 1951 ; BOYLE, 1952). Bien entendu, il en a été tenu compte dans l'estimation des consommations de matière sèche.

TABLEAU 3

Évolution de la composition des betteraves durant la campagne 1961-1962

Mois	Novembre-décembre	Janvier-février	Mars-avril
Matière sèche p. 100	18,4	17,0	16,5
Matières minérales : p. 100 matière sèche	4,5	5,5	5,8
Azote total : p. 100 matière sèche	1,18	1,17	1,09
Azote total : p. 100 betteraves fraîches	0,22	0,20	0,18

2. — Croissance et consommation

Afin d'étudier l'influence du niveau de concentré azoté ou d'orge selon le stade de la croissance, il a été procédé, dans chacune des expériences, à un découpage de la période totale en deux sous-périodes : 30-60 kg, et 60-90 kg de poids vif. Les résultats correspondants sont présentés dans les tableaux 4, 5 et 6.

a) Vitesse de croissance.

Dans la première expérience A, les animaux recevant des betteraves suivant le rationnement Lehmann classique (lot IA) présentent une croissance significativement plus lente que ceux soumis au régime complet (lot IIIA) ; la période totale d'engraissement est allongée de 23 jours, correspondant à une diminution de la vitesse de croissance de l'ordre de 20 p. 100.

Dans les expériences B, C et D, l'accroissement de la quantité totale d'aliment concentré, de 1 475 g à 1 725 g, puis à 1 925 g, se traduit par une amélioration significative de la vitesse de croissance sur l'ensemble de la période 30-90 kg (fig. 1). Il en est de même à l'intérieur de chacune des périodes 30-60 kg, sauf pour l'expérience D, dans laquelle l'augmentation de la quantité d'aliment complémentaire de 1 725 à 1 925 g ne provoque plus d'amélioration significative de la croissance au-delà de 60 kg. La vitesse de croissance enregistrée avec 1 925 g d'aliment concentré (lots IID, IIID) est comparable à celle provoquée par le régime complet (lot IIIA).

Le bénéfice obtenu par l'accroissement de la quantité de concentré azoté de 225 g à 325 g, puis à 425 g, quoique sensible, n'atteint pas le seuil de signification ; il est surtout marqué pendant la première phase de la croissance.

TABLEAU 4
Croissance et consommation des animaux entre les poids vifs de 30 et 90 kg

Expérience	A			B			C		D		
	I _A	II _A	III _A	I _B	II _B	III _B	I _C	II _C	I _D	II _D	III _D
Lot											
<i>Régime et rationnement :</i>											
— aliment complet	—	—	<i>ad lib.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
— concentré azoté (g/j)	225	325	—	225	225	325	225	325	325	325	425
— orge (g/j)	1 250	1 450	—	1 250	1 500	1 400	1 250	1 400	1 400	1 600	1 500
— betteraves danoises	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>	—	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>
Poids initial (kg)	32,5	31,8	33,4	32,2	32,4	31,7	29,6	29,5	30	29,8	29,6
Poids à l'abattage (kg)	90,9	90,4	92,4	91,7	90,7	91,7	91,4	91,3	91,4	91,3	91,6
Durée totale (j)	110,6	107,1	87,9	112,0	98,0	98,0	109,0	98,0	100,0	94,5	91,0
Gain moyen quotidien (g) (1)	532	554	675	533	597	615	567	631	617	637	690
<i>Consommation d'aliment concentré :</i>											
— totale (kg matière fraîche) (1) .	150	145	207	153	155	154	149	156	157	165	160
— totale (kg matière sèche)	131	127	183	133	135	134	128,9	138,0	139,1	145,1	141,4
— journalière (kg matière fraîche) .	1,35	1,35	2,34	1,37	1,58	1,57	1,18	1,40	1,57	1,75	1,75
— journalière (kg matière sèche) .	1,18	1,18	2,09	1,19	1,37	1,37	1,18	1,40	1,39	1,54	1,55
<i>Consommation de betteraves :</i>											
— totale (kg matière fraîche) (1) .	495	471	—	498	397	402	526	372	361	283	307
— totale (kg matière sèche)	83	79	—	84	67	67	90,5	64,0	62,5	48,9	53,1
— journalière (kg matière fraîche) .	4,5	4,5	—	4,5	4,0	4,1	4,85	3,85	3,6	3,05	3,45
— journalière (kg matière sèche) .	0,76	0,76	—	0,78	0,68	0,69	0,84	0,66	0,62	0,53	0,59
<i>Consommation de matière sèche :</i>											
— totale (kg)	214	206	487	217	201	202	219	202	201	194	194
— journalière (kg) (1)	1,94	1,94	2,09	1,94	2,05	2,06	2,02	2,06	2,02	2,06	2,15
Indice de consommation (matière sèche) (1)	3,66	3,51	3,12	3,65	3,45	3,37	3,56	3,26	3,28	3,16	3,14

(1) Critères pour lesquels il a été procédé à l'analyse statistique. Seules les moyennes non réunies par un trait sont significativement différentes au seuil 0,05 (test de KEULS-NEWMAN).

TABEAU 5
Croissance et composition des animaux entre les poids vifs de 30 et 60 kg

Expérience	A			B			C		D		
	IA	IIA	IIIA	IB	IIB	IIIB	IC	IIC	ID	IID	IIID
Lot											
<i>Régime et rationnement :</i>											
— aliment complet	—	—	ad lib.	—	—	—	—	—	—	—	—
— concentré azoté (g/j)	225	325	—	225	225	325	225	325	325	325	425
— orge (g/j)	1 250	1 150	—	1 250	1 500	1 400	1 250	1 400	1 400	1 600	1 500
— betteraves danoises	ad lib.	ad lib.	—	ad lib.	ad lib.	ad lib.	ad lib.	ad lib.	ad lib.	ad lib.	ad lib.
Poids au début de la période (kg)	32,5	31,8	33,4	32,2	32,4	31,7	29,6	29,5	30,0	29,8	29,6
Poids à la fin de la période (kg)	60,5	60,7	58,6	59,1	59,5	60,6	59,9	60,6	60,3	59,3	60,2
Durée (j)	58,8	56,0	37,8	57,4	51,1	52,5	60,2	54,6	56,0	49,0	47,6
Gain moyen quotidien (g) (1)	485	517	608	472	531	557	508	571	546	612	647
<i>Consommation de betteraves :</i>											
— totale (kg matière fraîche) (1) ..	78,7	74,9	77,7	78,5	79,6	81,6	81,9	85,1	86,5	83,7	82,1
— totale (kg matière sèche)	68,7	65,4	67,8	68,4	68,3	71,2	72,5	75,4	76,5	73,6	72,7
— journalière (kg matière fraîche) ..	1,34	1,34	1,85	1,36	1,56	1,56	1,36	1,56	1,54	1,71	1,73
— journalière (kg matière sèche) .	1,17	1,17	1,62	1,19	1,36	1,36	1,20	1,38	1,37	1,50	1,53
<i>Consommation de betteraves :</i>											
— totale (kg matière fraîche) (1) ..	124	128	—	151	110	117	164	103	95	61	71
— totale (kg matière sèche)	20,8	21,4	—	25,4	18,5	19,7	28,2	17,8	16,4	10,6	12,2
— journalière (kg matière fraîche) ..	2,15	2,25	—	2,6	2,15	2,25	2,75	1,9	1,7	1,25	1,5
— journalière (kg matière sèche) ...	0,36	0,38	—	0,44	0,36	0,38	0,47	0,33	0,30	0,22	0,26
<i>Consommation de matière sèche :</i>											
— totale (kg)	89,5	86,8	67,8	93,8	87,8	90,9	100,7	93,2	93,0	84,2	84,9
— journalière (kg) (1)	1,53	1,55	1,62	1,63	1,72	1,75	1,67	1,71	1,67	1,72	1,79
Indice de consommation (matière sèche)	3,20	3,01	2,67	3,47	3,24	3,14	3,32	3,00	3,07	2,84	2,77

(1) Critères pour lesquels il a été procédé à l'analyse statistique. Seules les moyennes non réunies par un trait sont significativement différentes au seuil 0,05 (test de KEULS-NEUMAN)

TABLEAU 6
Croissance et consommation des animaux entre les poids vifs de 60 et 90 kg

Expérience	A			B			C		D		
	I _A	II _A	III _A	I _B	II _B	III _B	I _C	II _C	I _D	II _D	III _D
Lot											
<i>Régime et rationnement :</i>											
— aliment complet	—	—	ad lib.	—	—	—	—	—	—	—	—
— Concentré azoté (g/l)	225	325	—	225	225	325	225	325	325	325	425
— Orge (g/l)	1 250	1 150	—	1 250	1 500	1 400	1 250	1 400	1 400	1 600	1 500
— betteraves danoises	ad lib.	ad lib.	—	ad lib.	ad lib.	ad lib.	ad lib.	ad lib.	ad lib.	ad lib.	ad lib.
Poids au début de la période (kg)	60,5	60,7	58,6	59,1	59,5	60,6	59,9	60,6	60,3	59,3	60,2
Poids à la fin de la période (kg)	90,9	90,4	92,1	91,7	90,7	91,7	91,1	91,3	91,4	91,3	91,6
Durée (j)	51,8	51,4	45,9	54,6	46,9	45,5	49,0	44,1	44,1	45,0	43,4
Gain moyen quotidien (g) (1)	593	603	740	599	672	687	640	709	714	708	745
<i>Consommation d'aliment concentré :</i>											
— totale (kg matière fraîche) (1) ...	71,0	70,0	129,0	74,8	75,4	72,9	67,4	70,8	70,5	81,3	77,6
— totale (kg matière sèche)	61,9	61,2	115,5	65,2	65,4	63,6	59,4	62,6	62,5	71,5	68,6
— journalière (kg matière fraîche) ..	1,36	1,37	2,83	1,36	1,59	1,60	1,37	1,60	1,60	1,81	1,79
— journalière (kg matière sèche) ..	1,19	1,20	2,53	1,19	1,39	1,40	1,21	1,42	1,42	1,57	1,58
<i>Consommation de betteraves :</i>											
— totale (kg matière fraîche) (1) ..	371	343	—	347	287	285	362	269	269	222	236
— totale (kg matière sèche)	62,3	57,6	—	58,3	48,2	47,8	62,3	46,2	46,0	38,4	40,8
— journalière (kg matière fraîche) ..	—	—	—	—	—	—	7,5	6,3	6,1	4,95	5,45
— journalière (kg matière sèche) ..	1,22	1,19	—	1,07	1,04	1,06	1,29	1,08	1,06	0,86	1,00
<i>Consommation matière sèche :</i>											
— totale (kg)	124,2	188,8	115,5	123,5	113,6	111,4	121,7	108,8	108,5	109,9	109,5
— journalière (kg) (1)	2,41	2,39	2,53	2,26	2,43	2,46	2,50	2,50	2,48	2,43	2,58
Indice de consommation (matière sèche) (1)	4,10	4,01	3,17	3,80	3,64	3,60	3,91	3,54	3,47	3,45	3,52

(1) Critères pour lesquels il a été procédé à l'analyse statistique. Seules les moyennes non réunies par un trait sont significativement différentes au seuil 0,05 (test de KEULS-NEUMAN).

b) Consommation de nourriture.

Aliment concentré. — Les modifications apportées dans le rationnement n'ont aucun retentissement sur la consommation totale d'aliment concentré. Cette dernière n'est pas augmentée de façon significative lorsqu'on élève la quantité journalière des mélanges administrés, du fait du raccourcissement de la durée totale d'engraissement.

Betteraves. — La consommation totale de betteraves, pour le lot soumis à la

FIG. 1. — Évolution de la consommation journalière de betteraves par période de 14 jours en fonction du poids vif moyen pendant cette période

A. — Consommation journalière de betteraves fraîches.

B. — Consommation journalière de betteraves fraîches en pourcentage du poids vif.

Concentré azoté, g j	Orge g j	Aliment concentré, g j
○ 225	1250	1475
● 325	1400	1725
□ 325	1600	1925
■ 425	1500	

méthode Lehmann classique (1A) est d'environ 500 kg. Elle diminue fortement lorsque les quantités journalières d'aliment concentré sont augmentées ; il en résulte une économie représentant le cinquième et le tiers de la consommation de betteraves suivant que l'apport d'aliment concentré est accru de 250 g ou de 450 g, et ceci sans que la consommation totale d'aliment concentré soit augmentée de façon sensible.

L'évolution de la consommation journalière de betteraves est représentée graphiquement dans la figure 1. Les animaux recevant quotidiennement des quanti-

tés accrues d'aliment concentré (1 725 et 1 925 g) ingèrent tout au long de leur croissance des quantités de betteraves moins élevées que les animaux du lot Lehmann classique, les différences étant essentiellement marquées entre 30 et 60 kg de poids vif. Comme il est bien connu, la consommation journalière de betteraves croît au fur et à mesure que les animaux prennent du poids. Cependant, jusqu'à 60 kg, l'augmentation de consommation est proportionnellement plus rapide que l'augmentation du poids vif, ce qui se traduit par une élévation rapide des quantités consommées rapportées à 100 kg de poids vif (fig. 1). Au-delà de 60 kg, au contraire, les quantités de betteraves rapportées à 100 kg de poids vif sont pratiquement constantes et d'autant plus élevées que la quantité d'aliment concentré est plus faible : 10 p. 100 pour 1 475 g, 8 p. 100 pour 1 725 g et 7,5 p. 100 pour 1 925 g. Bien entendu, il ne s'agit là que de moyennes. A ce sujet, il y a lieu de noter que la consommation journalière de betteraves présente d'importantes variations individuelles, allant du simple au triple, (soit entre 4 et 12 kg par jour), lorsque les animaux atteignent 90 kg de poids vif.

La comparaison des lots soumis à la méthode Lehmann classique dans les trois premières expériences (lots IA, IB, IC) montre que les animaux de ces lots ne se sont pas comportés exactement de la même façon. Au cours de la première expérience, l'administration de betteraves, tardive, a commencé lorsque les animaux pesaient entre 35 et 40 kg et la consommation jusqu'à 60 kg a été plus faible qu'au cours des deux expériences suivantes. Par contre, entre 60 et 90 kg de poids vif, la consommation de betteraves a été plus faible dans le lot IIB que dans les deux autres lots. L'explication de cette différence peut être fournie par le décalage dans le temps des trois expériences ; la deuxième s'étant déroulée en fin de saison, les betteraves utilisées au cours de cette période étaient probablement moins appétibles parce qu'ensilées depuis plus longtemps. Remarquons par ailleurs que l'évolution de la consommation de betteraves dépend de l'âge auquel les animaux commencent à les recevoir. Ainsi, dans les lots IB et IC, pour lesquels la distribution des betteraves s'est faite dès que les animaux pesaient 30 kg, la consommation journalière de betteraves ramenée à 100 kg de poids vif atteint un maximum dès le poids de 60 kg (respectivement 8,5 et 10 p. 100) ; par contre, dans le lot IA, qui n'a reçu des betteraves qu'à partir de 35-40 kg, la consommation maximum par rapport au poids vif (10 p. 100) n'est atteinte qu'aux environs de 75 kg.

Consommation de matière sèche : importance relative de la consommation d'aliment concentré et de betteraves. — La consommation journalière de matière sèche, chez les animaux soumis au rationnement Lehmann classique, est légèrement inférieure (100 g environ) à celle observée chez les animaux recevant une plus forte quantité d'aliment concentré ou l'aliment complet. C'est surtout au cours de la première partie de la croissance que cette différence est sensible.

Il en est de même lorsqu'on élève la quantité d'aliment concentré de 1 725 g à 1 925 g (expérience D) ; c'est durant la première phase de la croissance que l'on observe des différences dans les consommations de matière sèche totale. Bien entendu, les écarts de consommation entre les différents lots sont en relation pour une part avec des différences dans les vitesses de croissance. Ceci nous a conduit à étudier l'évolution de la consommation journalière de matière sèche en fonction du poids moyen des animaux par période de 14 jours, soit en valeur absolue, soit en pourcentage du poids vif (fig. 2). La comparaison des deux lots de l'expérience C nous

montre que les animaux recevant deux quantités différentes d'aliment concentré (1 475 ou 1 725 g) présentent la même consommation de matière sèche à un poids donné. Par contre, il en va différemment des lots de l'expérience D ; à un poids donné, ce sont les animaux qui reçoivent le plus d'aliment complémentaire (1 925 g)

FIG. 2. — Évolution de la consommation journalière de matière sèche par période de 14 jours
A. Consommation journalière de matière sèche, kg/j

(1) aliment concentré : niveau 1 475 g
(2) — 1 725 g
(3) — 1 925 g

B. Consommation journalière de matière sèche en pourcentage du poids vif.

qui ont la consommation journalière de matière sèche la plus élevée, et ceci surtout pendant la première phase de la croissance. Dans tous les cas, la quantité de matière sèche ingérée en pourcentage du poids vif diminue régulièrement de plus de 4 p. 100 pour 30 kg à moins de 3 p. 100 pour 90 kg de poids vif.

La consommation totale de matière sèche est toujours plus élevée pour les animaux recevant des betteraves que pour ceux du lot témoin (1A). D'autre part,

elle diminue après addition de quantités croissantes d'orge ou de concentré azoté. Il est intéressant de connaître l'importance relative de la consommation des deux aliments, compte tenu de leur teneur en matière sèche (fig. 3). Ainsi la consommation

FIG. 3. — Évolution comparée de la croissance et de l'ingestion de betteraves par rapport à la matière sèche totale en fonction des quantités de concentré azoté et d'orge complémentaire

A. Vitesse de croissance, g/j.

B. Consommation de matière sèche de betteraves en pourcentage de la matière sèche totale.

de betteraves par rapport à la matière sèche totale décroît d'une façon quasi linéaire lorsque la quantité d'aliment concentré augmente : sur l'ensemble de la croissance, elle représente 40 p. 100 pour 1 475 g de mélange, 32 p. 100 pour 1 725 g et 26 p. 100 pour 1 925 g. De plus, comme les betteraves représentent l'élément variable de la ration, ce pourcentage varie au cours de la croissance : par exemple, au bas niveau

d'aliment concentré (1 475 g), le quart environ de la matière sèche ingérée provient des betteraves au cours de la période 30-60 kg ; par contre, celles-ci représentent la moitié de la matière sèche ingérée au cours de la période 60-90 kg. Ce dernier pourcentage serait encore accru si l'on prolongeait l'engraissement au-delà de 90 kg.

Consommation de matières azotées. — L'ingestion moyenne journalière de matières

FIG. 4. — Apport journalier de matières azotées totales par les différents régimes

A. Apport journalier.

B. Matière azotées ingérées en pourcentage de la matière sèche.

(i) Sur la base de 16 et 13 p. 100 de matières azotées dans un régime à 90 p. 100 de matière sèche.

azotées a été calculée pour chacun des lots, dans les deux périodes, à l'aide des résultats de dosages effectués sur les régimes (fig. 4). Le terme de comparaison choisi est le taux de matières azotées recommandé par le *National Research Council* (1959), soit 16 p. 100 entre 30 et 60 kg et 13 p. 100 entre 60 et 90 kg ; ces valeurs, comme les précédentes, ont été exprimées en pourcentage de la ration sèche. Le besoin azoté de croissance est loin d'être couvert par l'application du système Lehmann classique (225 g de concentré azoté et 1 250 g d'orge). Par contre, l'apport de 325 g de concentré azoté permet de réaliser pratiquement l'équilibre

azoté du régime (17,5 p. 100 de matières azotées par rapport à la matière sèche avant 60 kg et 14,5 p. 100 au-delà).

c) *Indice de consommation.*

L'indice de consommation calculé dans la présente série d'expériences correspond au nombre de kilogrammes de matière sèche (aliment concentré + betteraves) qui ont été nécessaires pour obtenir un kilogramme de gain de poids vif.

En ce qui concerne l'ensemble de la croissance (30-90 kg), l'indice de consommation pour les animaux recevant des betteraves selon le mode de rationnement classique est nettement plus élevé que pour les animaux recevant l'aliment complet. L'addition de concentré azoté ou d'orge se traduit par une amélioration sensible de l'indice de consommation, le meilleur indice étant obtenu pour les animaux ayant subi le rationnement le plus large (1 925 g d'aliment concentré).

Par ailleurs, si l'on considère l'évolution de l'indice de consommation au cours de la croissance, on constate que les écarts enregistrés entre les lots sont plus faibles au-delà de 60 kg ; ceci correspond à une meilleure utilisation des betteraves lorsque les animaux sont plus âgés. En particulier, avec 1 725 g d'aliment concentré, l'indice de consommation, pour la période 60-90 kg est pratiquement le même que celui obtenu avec le régime complet.

TABIEAU 7

Valeur de remplacement de la betterave selon le type de rationnement

	Économie de farine par rapport au lot témoin		Quantité de betteraves ayant provoqué l'économie		Quantité de betteraves correspondant à 1 kg de farine	
	(a)	(b)	(c)	(d)	mat. sèche	mat. fraîche
	kg m. sèche kg gain	kg m. fraîche kg gain	kg m. sèche kg gain	kg m. fraîche kg gain	c/a	d/b
<i>Expérience A</i>						
I _A	0,83	0,95	1,42	8,5	1,71	8,9
II _A	0,91	1,05	1,35	8,0	1,48	7,6
<i>Expérience B</i>						
I _B	0,82	0,84	1,41	8,0	1,72	8,9
II _B	0,75	0,86	1,14	6,8	1,52	7,8
III _B	0,82	0,94	1,13	6,7	1,38	7,1

La connaissance de la part prise par les betteraves dans l'indice de consommation total permet, par comparaison avec les résultats obtenus sur les animaux nourris au régime complet, dans les expériences A et B (qui ont été réalisées la même année), de calculer la valeur de remplacement des betteraves par rapport à ce régime. Bien entendu, il ne saurait être question de calculer la valeur fourragère puisque la croissance des animaux a été différente dans les trois lots et que, par suite, leur besoin d'entretien total n'a pas été le même. Dans le tableau 7 sont présentées les correspondances en matières sèches et fraîches entre les betteraves et l'aliment complet :

TABLEAU 8
Influence des différents régimes et types de rationnement sur la composition corporelle des animaux

Expérience	A			B			C		D	
	IA	IIA	IIIA	I _B	II _B	III _B	I _C	II _C	I _D	II _D
Lot										
<i>Régime et rationnement :</i>										
— aliment complet	—	—	<i>ad lib.</i>	—	—	—	—	—	—	—
— concentré azoté (g/l)	225	325	—	225	225	325	325	325	325	425
— orge, (g/l)	1 250	1 150	—	1 250	1 500	1 400	1 250	1 400	1 400	1 500
— betteraves danoises	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>	—	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>	<i>ad lib.</i>
Poids à l'abattage (kg)	90,9	90,4	92,4	91,7	90,7	94,7	91,1	91,3	91,4	91,6
Poids net (kg) (1)	63,6	63,4	65,2	66,9	63,0	64,8	64,1	63,6	64,3	63,8
Rendement : Poids net × 100(2)	70,0	70,1	71,0	70,8	79,5	70,7	70,4	69,7	70,4	69,6
Jambon + Longe × 100(2)	51,0	53,0	52,4	50,8	49,0	51,0	50,1	51,6	50,4	50,7
Poids net (Bardière + Panne) × 100 (2)	18,7	17,0	17,1	18,8	20,2	18,9	18,9	18,4	19,9	18,9
Épaisseur du lard dorsal (mm)										
— rein	28,3	23,8	27,4	29,4	28,5	29,8	26,6	28,1	31,2	28,2
— dos	24,4	21,0	22,2	24,5	25,7	25,4	23,0	22,8	24,2	23,1
— Moyenne $\frac{\text{rein} + \text{dos}}{2}$ (2)	26,3	22,4	24,8	26,9	27,1	27,6	24,8	25,4	27,7	25,6

(1) Poids de la carcasse sans tête, avec pieds et reins.

(2) Critères pour lesquels il a été procédé à l'analyse statistique. Seules les moyennes non réunies par un trait sont significativement différentes au seuil 0,05 (test de KEULS-NEUMAN).

les quantités de betteraves équivalentes à 1 kg d'aliment concentré, sont toujours très importantes : elles varient entre 7,1 et 8,9 kg de racines à 16,8 p. 100 de matière sèche. Le type de rationnement a une influence marquée sur la valorisation de la betterave, la meilleure valeur de remplacement étant obtenue lorsque l'apport d'aliment concentré est plus important (1 725 g).

3. — *Composition corporelle*

Les résultats de composition corporelle sont rapportés dans le tableau 8. Sans qu'il soit possible de déceler des différences significatives d'un lot à l'autre, on peut remarquer que les animaux recevant des betteraves suivant le rationnement classique (lot IA) ont tendance à être plus gras que ceux du groupe témoin soumis au régime complet (IIIA) ; par contre, l'addition de 325 g de concentré azoté pour une même quantité d'aliment complémentaire (1 475 g), dans le lot IIA, donne des carcasses plus maigres que dans les deux lots précédents. L'apport d'une quantité supplémentaire d'orge seule (lot IIB) provoque l'élévation de la proportion des tissus gras ; cette action est annulée par l'augmentation simultanée de la quantité de concentré azoté administrée (lot IIIB). Les résultats de l'expérience D montrent qu'au-dessus de 325 g de concentré azoté les modifications du régime n'ont pas de répercussion sensible sur la composition corporelle.

DISCUSSION

L'utilisation des betteraves danoises dans l'alimentation du Porc a fait l'objet au cours de ces vingt dernières années, d'un grand nombre de travaux, au Danemark (JESPERSEN, 1945 ; JESPERSEN et HANSEN, 1953), aux Pays-Bas (GRASHUIS et STONEBRINK, 1943 ; DAMMERS, 1951), en Suède (NORDFELDT, 1947 ; OLOFSSON, 1953), en Grande-Bretagne (DUNKIN et COOPER, 1949 ; BRAUDE et MITCHELL, 1949 ; MEIKLEJOHN, 1951 ; DUNKIN, 1952 ; MITCHELL, 1952 ; BROWNING et WALSH, 1953 ; SIM *et al.*, 1953 ; CALDER, 1955 ; LUCAS, 1958). En raison de la pénurie de céréales durant cette période, les différents auteurs ont cherché à économiser au maximum ces aliments en réduisant le niveau de complémentation énergétique à des niveaux situés entre 1,150 kg et 1,350 kg d'aliment concentré ; il en résulte que les performances réalisées sont généralement modestes (gain moyen journalier de l'ordre de 500 g) et inférieures à celles enregistrées avec notre régime témoin de départ.

Les résultats obtenus au cours de la présente série d'expériences ont permis de préciser les possibilités d'amélioration de la méthode Lehmann à base de betteraves. L'équilibre azoté du régime est obtenu grâce à l'apport de 325 g de concentré azoté renfermant 46 p. 100 de matières azotées totales pendant toute la croissance. D'autres auteurs (MEIKLEJOHN, 1951 ; DUNKIN, 1952 ; MITCHELL, 1952) ont montré également l'intérêt d'accroître le taux azoté de l'aliment concentré complémentaire de betteraves.

L'application stricte du système Lehmann entraîne d'autre part un déficit important sur le plan énergétique. En effet, l'encombrement de la ration provoqué par l'ingestion de betteraves relativement riches en eau limite la consommation

moyenne journalière de matière sèche ; cette influence est d'autant plus marquée que la quantité d'aliment complémentaire administrée est plus faible, ou que la teneur en matière sèche des betteraves est plus basse (BRAUDE et MITCHELL, 1949 ; DUNKIN et COOPER, 1949). Lorsqu'on administre une quantité plus élevée (1 725 g) d'aliment concentré, la consommation journalière de matière sèche devient aussi importante qu'avec le régime complet ; cependant, comme la croissance ainsi obtenue est plus faible que celle produite par le régime complet, on peut en déduire qu'à quantité de matière sèche égale, la betterave présente une valeur alimentaire inférieure à celle de l'aliment concentré complet (REES et WESTMACOTT, 1956 ; HARNISCH, 1957 ; PARTANEN, 1960). La valeur de remplacement obtenue au cours de cette étude (7,1 à 8,9 kg de betteraves fraîches à 16,8 p. 100 de matière sèche par kg d'aliment concentré) est identique à celle que nous avons trouvé par ailleurs en comparaison avec l'orge : 7,8 kg par kg d'orge (RÉRAT et HENRY, données non publiées) ; mais elle est inférieure à celle rapportée par d'autres auteurs (DUNKIN et COOPER, 1949 ; MEIKLEJOHN, 1951) pour des betteraves à teneur voisine en matière sèche. Quoi qu'il en soit, cette valeur est fonction du type de betteraves utilisées ; elle est d'autant plus élevée que ces dernières sont plus riches en matière sèche (SIM *et al.*, 1953 ; STAROVEROV, 1959 ; BEREZOVSKY *et al.*, 1961) et que leur pourcentage dans la ration est plus faible : ainsi l'efficacité alimentaire de la betterave danoise est pratiquement la même que celle du régime complet lorsque la quantité d'aliment concentré administrée atteint 1 925 g. De même, RICHTER *et al.* (1962), DANILENKO et BOGDANOV (1962) ont obtenu pour la betterave la même valeur fourragère que pour les céréales, dans le cas de régimes isoazotés et pour un niveau de rationnement identique. On peut penser, d'autre part, que la faible valeur alimentaire de la matière sèche de betterave comparée à celle de l'aliment concentré est imputable en partie à l'allongement du temps du repas, d'où il résulterait une augmentation de la dépense énergétique (LEROY et FÉVRIER, 1947, 1949) ; selon DUNKIN (1952), les porcs mettraient 3 heures à consommer leur ration journalière de 8 à 9 kg de betteraves.

Il est connu que la capacité du Porc à utiliser les betteraves varie avec l'âge. Ainsi, DUNKIN (1952) et FAGAN (1954) ont obtenu une meilleure croissance avec des animaux recevant des betteraves à partir de 40 kg de poids vif qu'à partir de 25-30 kg. Ceci est à rapprocher du fait que les écarts de croissance enregistrés entre les lots recevant différentes quantités d'aliment concentré sont plus faibles en fin de croissance (entre 60 et 90 kg). Il en résulte que la proportion optimum de betteraves à introduire dans le régime est fonction du stade de la croissance. Pendant la première phase de la croissance, le régime le plus intéressant est celui qui renferme 325 g de concentré azoté et 1 600 g d'orge. L'ingestion de betteraves est alors faible et représente seulement 15 p. 100 de la ration sèche ; de plus, la diminution de la quantité d'aliment concentré, durant cette période, ne modifie que très légèrement la consommation de betteraves. Au-delà de 60 kg, au contraire, on peut réduire avantageusement la quantité totale d'aliment concentré à 1 725 g (1 400 g d'orge et 325 g de concentré azoté) ; la consommation de betteraves représente alors entre 40 et 45 p. 100 de la ration sèche. Compte tenu de ces éléments, l'économie sur les céréales serait de l'ordre de 30 p. 100 pour l'ensemble de la croissance (entre 30 et 90 kg de poids vif), correspondant à un gain moyen journalier de 650 g. Il est intéressant de noter que les auteurs russes (SHEBITCHENKO, 1962 ; КАРКО, 1962 ; ТИХОНОВ, 1962) ont obtenu une bonne utilisation de la betterave par le Porc lorsqu'elle est introduite à raison

de 25 à 35 p. 100 de la ration sèche, alors que la proportion classiquement préconisée par les auteurs scandinaves est de 45 p. 100.

En ce qui concerne la composition corporelle, la plupart des auteurs, en particulier MEIKLEJOHN (1951), DUNKIN (1952), MITCHELL (1952), CALDER (1955), RICHTER et *al.* (1962), n'ont pas constaté de différence entre les régimes à base de betteraves et un aliment concentré complet. Le rendement de la carcasse est généralement plus faible, en raison du développement du tractus digestif (RICHTER et *al.*, 1962) et le lard aurait tendance à être plus ferme. Dans le cas présent, les fortes variations individuelles ne permettent pas de déceler des différences significatives d'un lot à l'autre. Ce qui ressort de ces résultats c'est qu'on peut améliorer nettement la vitesse de croissance en élevant simultanément le niveau azoté et le niveau énergétique du régime, sans que la qualité des carcasses en souffre.

En conclusion, l'utilisation des betteraves danoises dans l'alimentation du Porc en croissance, suivant la méthode Lehmann classique (225 g d'un aliment concentré azoté à 40 p. 100 de matières azotées digestibles et 1 250 g d'orge) entraîne un déficit important en éléments énergétiques et azotés, si l'on compare aux performances réalisées à partir d'un aliment concentré complet. Par contre, l'élévation des niveaux énergétique et azoté permet une amélioration sensible de la croissance et de l'indice de consommation, la composition corporelle n'étant pratiquement pas modifiée. D'après les résultats obtenus au cours de la présente série d'expériences, il semble opportun de distribuer journellement, avec des betteraves *ad libitum*, à partir de 30 kg de poids vif, 325 g d'un aliment concentré azoté renfermant 40 p. 100 de matières azotées digestibles et 1 600 g d'orge, la quantité d'orge pouvant être réduite légèrement en fin de croissance (1 400 g). Une expérimentation est d'ailleurs en cours afin de déterminer la quantité optimum de céréales à administrer à partir de 60 kg de poids vif.

Reçu pour publication en mai 1964.

SUMMARY

THE USE OF DANISH FODDER BEET IN FEEDING GROWING-FINISHING PIGS

A series of four experiments was done in 1960-61 and 1961-62 to study the best way of using Danish fodder beet for feeding growing-finishing pigs on the Lehmann system. In each experiment *Large White* pigs were allotted according to litter and sex into two or three groups when they reached 30 kg liveweight and were then fed individually up to 90 kg.

The first trial was designed to compare an all-meal ration with the standard Lehmann system using fodder beet, in which the pigs were given 225 g protein supplement with 40 p. 100 digestible protein and 1 250 g barley, a total of 1 475 g meal, and fodder beet to appetite, and also to study the effect on growth and carcass characteristics of increasing the protein supplement to 325 g.

In the subsequent trials different groups had barley or protein supplement, or both, increased to raise total meal allowances from 1 475 g to 1 725 g with 225 or 325 g protein supplement or to 1 925 g with 325 or 425 g protein supplement.

From the results the following statements may be made :

Growth rate of pigs on the standard Lehmann system was 20 p. 100 less than that on the all-meal diet, 532 g daily liveweight gain against 675 g ; efficiency of feed utilisation was poorer, 3.66 kg dry matter per kg gained against 3.12 kg, and carcasses of pigs on the Lehmann system were fatter.

Increasing the amount of protein supplement from 225 to 325 g with the same total amount of meal as in the standard Lehmann system, 1 475 g, gave only a slightly better growth rate 32 g more daily, and correspondingly better feed efficiency ; the lean content of the carcass was increased.

Increasing the total meal from 1 475 g to 1 725 g or 1 925 g gave a distinct improvement in

growth so that liveweight gain was almost the same with 1 925 g meal as with the all-meal diet. The total amount of meal eaten during the fattening period was no more than with the standard Lehmann system but total intake of fodder beet was distinctly less. On average 500 kg fodder beet was eaten with 1 475 g meal, 400 kg with 1 725 g and 300 kg with 1 925 g. That was reflected in the consistent improvement in feed efficiency expressed as kg dry matter ingested per kg liveweight gained. The effect on carcass quality differed according to the type of supplement. When only barley was increased the percentage of fat in the carcass tended to be higher. When both the protein supplement and barley were increased body composition was practically the same despite a higher rate of growth.

Intake of fodder beet was low during the first phase of growth and reached important proportions only after 60 kg liveweight. When expressed as a percentage of liveweight, the intake of fodder beet had an inverse relation with that of supplementary meal, 10, 8 and 7.5 p. 100 with 1 475, 1 725 and 1 925 g meal, respectively. It follows that during the finishing period mean daily intake of dry matter expressed as a percentage of liveweight is the same from one type of diet to another, while during the early phase of growth the higher the level of supplementary meal the greater is the intake of dry matter.

The weight of fodder beet equivalent to 1 kg meal ranged from 7.1 to 8.9 kg for beet with average dry matter content 16.8 p. 100. The best replacement value was with the largest allowance of meal; it was also higher during the finishing period.

From the foregoing observations it is recommended that with fodder beet to appetite from, 30 kg liveweight 325 g protein supplement with 40 p. 100 digestible protein, and 1 600 g barley should be given. With this improved Lehmann system of feeding a daily gain of 650 g from 30 to 90 kg liveweight may be expected and intake of fodder beet should be about 30 p. 100 of the intake of dry matter.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEREZOVSKY A.A., ZUBRILINA Z. A., FEDOROV V. I., 1961. La betterave sucrière dans l'alimentation du porc (en russe). *Zhivotnovodstvo*, **15**, (3), 25-27.
- BOYLE P. J., 1952. *Fodder-Beet. A review*. Mimeo. Pub. n° 1, 1952, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England.
- BRAUDE R., MITCHELL K. G., 1949. Fodder-beet for fattening pigs : comparison with mangolds. *Agriculture*, **58**, 369-374.
- BROWNING D. R., WALSH W. A., 1953. Fodder-beet for pig feeding. A comparison of different varieties. *Agriculture*, **59**, 469-473.
- CALDER A., 1955. Fodder-beet for pigs. *Rhodesia Agric. J.*, **52**, 238-245.
- DAMMERS J., 1951. Faut-il distribuer les betteraves en cossettes ou en bouillie aux porcs (en néerlandais). *Maandbl. Landbouw. Dinst.*, **8**, 407-411.
- DANILENKO I. A., BOGDANOV G. A., 1962. Valeur de la betterave sucrière dans l'alimentation des porcs (en russe). *Zhivotnovodstvo*, **16** (2), 22-26.
- DUNKIN A. C., 1952. Fodder-beet for pigs. *Empire J. Exp. Agric.*, **20**, 274-282.
- DUNKIN A. C., 1962. Fodder-beet. A critical review of fodder-beet and its value as a pig feed. *Pig Breeder gaz.*, **68**, 21-24.
- DUNKIN A. C., COOPER M. M., 1949. Pig-feeding trials at Wye with fodder-beet. Interim Report. *Agriculture*, **58**, 364-369.
- FAGAN V. J., 1954. The suitability of fodder-beet as a pig food. *Tasmanian J. Agric.*, **25**, 350-357.
- FIDDIAN W. E. H., 1951. Fodder-beet : a general review. *Agriculture*, **58**, 258-263.
- GRASHUIS J., STONEBRINK B., 1943. Essais d'alimentation du Porc avec la betterave (en néerlandais). *Inst. voor Mod-veeu « De Schothorst » Med.*, n° 12, 7-23.
- HARNISCH W., 1957. Fütterungsversuche mit Kartoffeln, Futterrüben und Zuckerrübenblattsilage als Grundfutter in der Schweinemast. *Jahrd. Arbeitsgemeinschaft. Fütterungsberatung*, **1**, 86-89.
- HEINEMAN W. W., ENSMINGER M. E., CUNHA T. J., MC CULLOCH E. C., 1946. The relation of the amount of thiamine in the ration of the hog to the thiamine and riboflavin content of the tissue. *J. Nutr.*, **31**, 107-125.
- JESPERSEN J., 1945. Essais d'alimentation avec la betterave sucrière (en danois). *Forsøgs. Lab. Copenhagen, Beret.*, **214**, 127.
- JESPERSEN J., HANSEN V. E. H., 1953. Expériences avec concentré riche en protéines en tant que succédané vis-à-vis du lait écrémé dans l'alimentation du porc (en danois). *Beretning for Forsøgslaboratoriet*, **264**, 118.
- KAPKO P. S., 1962. La betterave sucrière dans l'alimentation du porc à l'engrais (en russe). *Zhivotnovodstvo*, **24** (4), 29-32.

- LEHMANN F., 1929. Tierische mehle und Futtermittel aus niederen Tieren. in Mangolg-E. *Nährstoffe und Futtermittel* (1), 498-527, Springer, Berlin.
- LEROY A. M., FÉVRIER R., 1947. Influence du mode de distribution des repas sur l'utilisation de la nourriture par le porc. *Ann. agron.*, **17**, 767-700.
- LEROY A. M., FÉVRIER R., 1949. Influence du nombre de repas sur l'utilisation de la nourriture par le porc. *Ann. agron.*, **19**, 605-611.
- LUCAS I. A. M., 1958. Home-produced foodstuffs for pigs. *Scot. Agric.*, **37**, 94-98.
- MEIKLEJOHN A. K. M., 1951. Fodder-beet. 2. Fodder-beet in south-East Scotland. *Scot. Agric.*, **31**, 93-96.
- MITCHELL K. G., 1952. Fodder-beet for fattening pigs. *Pig Breeder's gazette*, **69**, 39-44.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (N. R. C.). 1959. *Nutr. Req. of swine*, n° 2, Publ. 648. Nat. Acad. Sci., Washington D. C.
- NORDFELDT S., 1947. La betterave dans l'alimentation du porc (en suédois). *Försök och Forskping*, **4**, 148.
- OLOFSSON N. E., 1953. Expériences concernant l'utilisation de la betterave dans l'alimentation du porc en croissance et à l'engraissement (en suédois). *Sveriges Betodlars Central Förenings Tidskr*, n° 2, 12.
- PARTANEN J., 1960. L'utilisation des racines dans l'alimentation des porcs (en finlandais). *Valt. Maatalouskoel. Julk.*, **180**, 16.
- REES D. H., WESTMACOTT M. H., 1956. The feeding of fodder-beet to pigs. *J. Agric. Sci.*, **47**, 232-237.
- RÉRAT A., HENRY Y. (données non publiées).
- RICHTER K., CRANZ K. L., ANTONI J., 1962. Getrocknete Zuckerrüben (Vollwertige Zuckerschnitzel) in der Schweinemast. *Schweinezucht-u. Schweinemast*, **10** (3), 37-38.
- RICHTER K., CRANZ K. L., OSLAGE H. J., 1956. Vergleichende Untersuchungen über den Einfluss einer unterschiedlichen Fütterung von Schweinen mit Getreide, Kartoffeln, und Zuckerrüben auf Mastenturcklung und Schlachtqualität. *Züchtungskunde*, **28**, 93-104.
- SHEBITCHENKO N. F., 1962. Engraissement des porcs à viande et à bacon avec des betteraves sucrières (en russe). *Zhivotnovodstvo*, **24** (2), 16-18.
- SIM A. H., BROWNING D. R., WALSH W. A., 1953. Fodder-beet for pig feeding. A comparison of different varieties. *Agriculture*, **59**, 469-473.
- SNEDECOR G. W., 1956. *Statistical methods*, 534 p. Iowa state college Press, Ames, Iowa.
- STAROVEROV N. A., VERESENKO K. I., 1959. Valeur nutritive de la betterave sucrière (en russe). *Zhivotnovodstvo*, **21** (10), 37-40.
- TIKHONOV I. T., 1962. Engraissement des porcs à l'aide de rations contenant des betteraves sucrières (en russe). *Svinovodstvo*, **16** (11), 26.