

## **Význam energie x protein u prasat**

### 1. Úvod

1.1 bílkoviny a efekt příjmu energie na ukládání bílkovin

### 2. vnitřní faktory

#### 2.1 pohlaví

2.1.1 Prasata od 20 do 50 kg živé váhy

2.1.2 Vliv pohlaví a výše příjmu energie na zásobu bílkovin u prasat od 50 do 90 kg

2.2 vliv genotypu nebo vlohy

2.3 exogenní prasečí somatotropin - řízení

### 3. výživové faktory

3.1 rovnováha aminokyselin a představa ideální bílkoviny

3.2 dostupnost aminokyselin

3.3 netto energie – preference na základě energetického zhodnocení a stravovacích požadavků

### 4. sloučení interaktivních faktorů – modelace

4.1 popis genotypu

4.2 nutriční označení krmiv

### 5. závěr

# 1. Úvod

Znalost faktorů ovlivňujících kapacitu zásoby bílkovin je rozhodující pro návrh krmiva a technologie krmení pro rostoucí zvířata a pro předpovídání vlivu změn v krmivu nebo příjmu energie na růst a jatečné složení. Zásoby bílkovin jsou ovlivňovány výživovými i vnitřními faktory. V této kapitole jsme se pokusili poukázat na významné faktory ovlivňující růstové bílkoviny a jak ony ovlivňují požadavky rostoucích prasat na bílkoviny ve výživě (amino kyseliny) a rozdělení energie mezi obsah tuku a bílkovin.

V úvodní části této kapitoly se soustředíme na vztah mezi příjmem živin a různými faktory, jako jsou živočišné bílkoviny, které ovlivňují růst a stravovací nároky. V druhé části se zabýváme výživovými faktory, které ovlivňují požadavky na živiny a pokoušíme se začlenit zvířata a výživové faktory k vyvození závěrů o současném stavu znalostí a identifikovat oblasti k další práci.

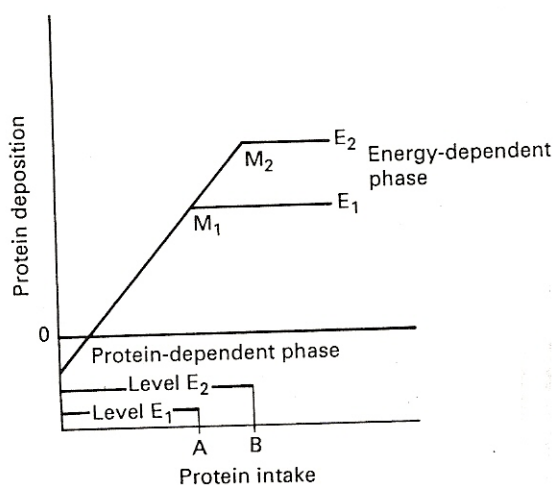
## 1.1 Bílkoviny a efekt příjmu energie na zásobách (depozitu) bílkovin

Vztah mezi zásobou bílkovin, bílkovinami a příjmem energie se skládá ze dvou fází: (i)

počáteční bílkovinné fázi, v níž je zásobárna bílkovin lineárně spojená s příjmem bílkovin a nezávislá na příjmu energie nebo vnitřních faktorech, jako je pohlaví nebo genotyp a (ii) energetické fázi, v níž je další bílkovina uložena pouze při zvýšeném příjmu energie.

Tyto účinky jsou zakresleny v grafu 4.1.

*A.C. Edwards and R.G. Campbell 31*



**Figure 4.1** Interrelationships between protein deposition and protein and energy intake

Když se prasata dostanou na určitou váhu, jsou krmena rostoucím množstvím bílkoviny, ve stejné kvalitě, v kombinaci s určitým množstvím energie (E1), zásoba bílkovin roste lineárně až do maximální hodnoty (M1), kdy je dosaženo na určité úrovni příjmu bílkovin (A). Další zvýšení příjmu bílkovin nebude mít vliv na nárůst ukládání bílkovin. Nicméně, když dodáváme více energie (E2) ukládání bílkovin zvýšíme až na novou maximální hodnotu (M2) a na vyšší příjem bílkovin (B). Z toho plyne, že zásoba bílkovin je zasažena příjmem energie, kdy bílkovina je limitující faktor a je řízena příjmem energie. Dodání bílkovin výživou a je rovno nebo vyšší požadavkům zvířete.

Sklon lineární části funkce je stanoven stravitelností a biologickou hodnotou bílkovin. Pozdější definování kvality bílkoviny zase určuje kvalitu bílkovin potřebných pro podporu jejich maximální zásoby. Rozdíl M1 a M2 představuje požadavek na tkáňové úrovni, který je nezávislý na kvalitě bílkovin, ale závisí na faktorech jako živá hmotnost, plemeno, užitkový typ nebo pohlaví.

Vzájemný vztah mezi požadavky prasete na bílkovinu na tkáň a stravovací úrovni může být popsána rovnicí:

$$\text{DPR (g/d)} = \frac{\text{RPD} + \text{OPL}}{\text{Dig} \times \text{BV}}$$

DPR = požadavek bílkoviny v krmivu

RPD (g/d) = podíl ukládání bílkovin

OPL (g/d) = obvyklé ztráty bílkovin

Dig (%) = strávení přijatých bílkovin

BV (%) = biologická hodnota přijaté bílkoviny

Pokud jsou všechny tyto faktory měřeny při pokusech, zhodnotíme reakci rostoucích prasat na příjem živin nebo na jakýkoliv jiný faktor, který může ovlivnit intenzitu růstu. Při vyhodnocení těchto faktorů by bylo relativně snadné určit, do jaké míry se podílejí na požadavcích živinových proteinů prostřednictvím svého vlivu na tkáň a/nebo střídání jejich využití.

Bohužel, tyto informace jsou omezené. Tyto aspekty by měly být brány v úvahu při návrhu budoucích experimentů pro objasnění vlivu vnitřních faktorů nebo výživy pro výkrm prasat a jejich výživových požadavků. Jak již bylo uvedeno dříve, že podmínkou přiměřenosti využití bílkovin z výživy je zásoba bílkovin a potřený je příjem energie. Je to vztah mezi příjmem energie a ukládáním bílkovin, který určuje oblasti energetiky mezi bílkoviny a složkami tuku. Tento vztah vyplývá z důsledku účinků příjmu energie, výkonnosti růstu a složení těla. Avšak z důvodu diskutovaných dříve je nezbytné při hodnocení vztahů mezi přijatou energií a ukládáním bílkovin zjištění, že strava není bílkovinně nedostačující. Jinak zlepšení ukládání bílkovin vyplývající ze zvýšeného příjmu krmiva budou v reakci na zvýšené dávky bílkovin nezávislé na příjmu energie a zvíře nebude moci vyjádřit svojí vlastní nebo metabolicky zvýšenou kapacitu pro bílkoviny růstu.

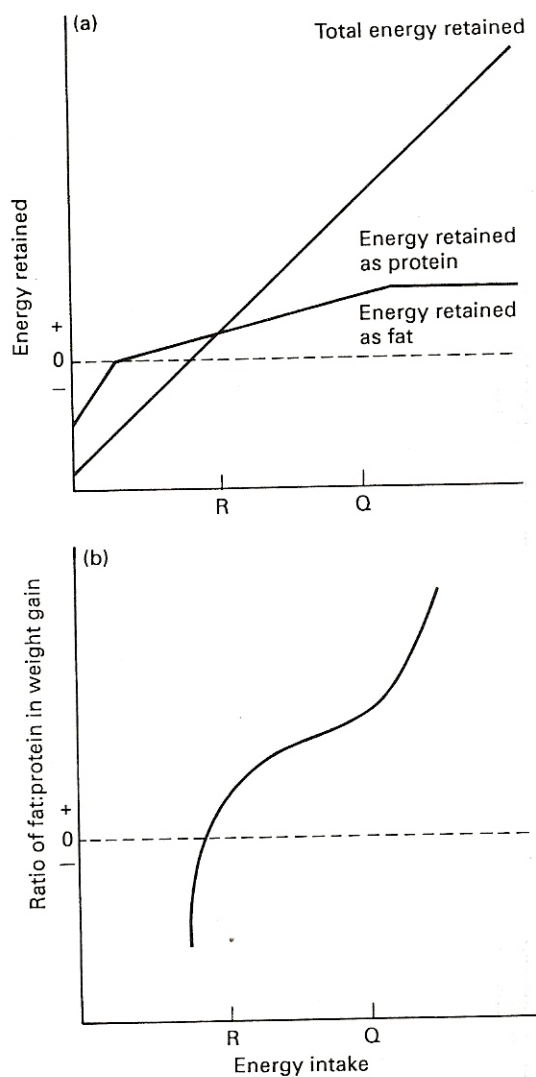
Při přezkoumávání dostupných informací pro prasata ARC (1981) je uvedený nedostatek vhodných pokusů o to vymezit vztah. Ačkoliv převládá názor o lineárním vztahu, který předpokládá, že bez podstatných omezení dochází k ukládání bílkovin. Zaznamenala tato studie, že došlo k jisté podpoře lineární/stabilní hladiny a zakřivené formy.

Tyto kontrastní modely mají znamenat výrazně odlišné požadavky na bílkoviny ve výživě se změnou příjmu energie.

Celková ponechaná energie se zvyšuje lineárně s energetickým příjmem (graf 4.2a). Energie zachovaná ve formě bílkovin se rovněž zvyšuje do bodu Q, po kterém zůstává konstantní (maximální ukládání bílkovin). Energie uložená v tuku představuje rozdíl mezi celkovým množstvím a množstvím energie uložené v bílkovinách. Při

nulové energetické bilanci (záchova energetických požadavků) je bílkovinný zisk mírně pozitivní, ale ukládání tuku je negativní a nebude zahájeno, dokud příjem energie nedosáhne určité vyšší úrovně (R představuje faktory jako je pohlaví a genotyp). Graf 4.2b představuje odpovídající změny v poměru tuku a bílkovin k hmotnosti v reakci na měnící se příjem energie.

A.C. Edwards and R.G. Campbell



**Figure 4.2** Effect of energy intake on (a) retention of protein and fat where protein retention is of a linear/plateau form, and (b) the corresponding ratio of fat:protein in weight gain

Při ukládání bílkovin je lineární vztah k příjmu energie, což je situace příjmu energie *ad libitum* u mladých prasat (< 50kg) a některých špičkových genotypů, poměr tuk:bílkoviny v těle a zvýšení obsahu tuku v zakřiveného tvaru a přibližují se ke konstantnímu nebo rovnovážnému stavu hodnoty. Nicméně, pokud zásoba bílkovin dosahuje stabilní hladiny, má další zvýšení příjmu energie za následek prudký nárůst poměru tuk:bílkovina a jeho zvýšený obsah v těle. Tempo růstu ukládání bílkovin se zvyšuje lineárně, když se vztahuje k příjmu energie, ale tempo růstu poklesne, jakmile je dosaženo stabilní hladiny. Zda zásoba energie lineárně reaguje na zvýšení příjmu energie k omezení krmiva, nebo dosahuje stabilní hladiny, se odráží na rychlosti

přírůstku živé hmotnosti, jeho složení, konverzi krmiva a poměr aminokyselin:energie. Například pojem protein : energie platí pouze tedy, když ukládání bílkoviny je lineární funkcí příjmu energie.

To je jednoduché, protože příjem energie je vždycky hlavním faktorem maximálního ukládání bílkovin za předpokladu, že je správný poměr změny bílkovin ve výživě a energie a tím jsou pokryty požadavky prasat. Naopak, při stabilní hladině je požadavek na bílkoviny ve výživě nezávislý na příjmu energie a potřeba bílkovin může být vyjádřena pouze záchovnou denní dávkou.

Nicméně jako vztah mezi příjmem energie a zásobou bílkovin ovlivňují faktory jako je pohlaví, genotyp a metabolismus modifikátorů jako například somatotropin. Jako je výše bílkovin ve výživě potřebná pro podporu maximálního ukládání bílkovin je třeba u prasat vědět věk, pohlaví nebo genotyp, které je ovlivněn dostupností a rovnováhou aminokyselin. Požadujeme informace o všech těchto faktorech v případě, že tkáň a výživové komponenty ovlivňují výkon a požadavky byly plně integrované. Je třeba, aby nutriční programy, byly více než základní biologické jako jsou v současné době.

## 2. vnitřní faktory

### 2.1 Pohlaví

#### 2.1.1 Prasata od 20 do 50kg živé váhy

Prasničky a vepřici mají nižší intenzitu růstu svalů než kanečci. Přičemž tento rozdíl se odráží do jisté míry v různých stupních restrikce energie u prasniček a kanečků. Jeho praktické výsledky nebyly plně využity nebo využívány.

Během raných fází vývoje se rychlost ukládání bílkovin zvyšuje lineárně s nárůstem příjmu energie až do výše příjmu krmiva zvířetem a rozdíly mezi prasničkami a kanečkami jsou obvykle jen malé, ale zvyšují se živou hmotností. Proto většina vhodných krmných technologií v období 20-50 kg podporuje téměř maximální příjem energie, a tak většina zvířat bude plně využívat svůj potenciál pro rychlý růst svalů. Zvedení této technologie umožňuje velmi rychlý růst proto, že míra ukládání bílkovin je lineární k příjmu energie a nemá za následek nadměrné ukládání tuku nebo zhoršení konverze krmiva.

Avšak zajištění maximálního příjmu energie není pouze záležitostí nabídky prasatům a zajištění výživy *ad libitum*. Mezi 20 a 50 kg, mají prasata určitou fyziologickou hranici příjmu krmiva, která se nachází mezi 1,8 a 2,0 kg/d. Na druhou stranu je zde i určitá hranice v příjmu energie, která je odrazem jeho potenciálu v růstu bílkovin a tuku. Tato hranice leží mezi 30 a 32 MJ SE / d. Proto, pokud nabízíme krmivo s koncentrací energie mezi 14 a 15 MJ/kg je zvíře schopno uspokojit svou poptávku po energii a plně vyjádřit svůj potenciál pro růst. Účinky energetický obsahu ve výživě na intenzitu růstu je zobrazen v tabulce 4.1, která dává výsledky z pokusu, v němž kanečci krmeni pěti různými krmivými v rozmezí SE 11.8-15.1MJ/kg, jejich váha byla mezi 22 a 50 kg živé hmotnosti.

**tabulka 4.1** Vliv výživy ve spojení s příjmem krmiva a intenzitou růstu kanečků od 22 do 50 kg.

	obsah energie v krmivu (MJ/kg)				
	11,8	12,7	13,6	14,5	15,1
příjem krmiva (kg/d)	2,19	2,21	2,19	2,17	2,05
příjem energie (MJ SE/d)	25,7	27,7	29,7	31,3	30,9
denní přírůstek (g)	695	776	847	898	913

konverze krmiva	3,16	2,89	2,61	2,39	2,25
výška tuku P2 (mm)	14,4	15,3	15,6	16,0	16,4

Campbell and Taverner (1986)

### 2.1.2 Vliv pohlaví a výše příjmu energie na zásobu bílkovin u prasat od 50 do 90 kg

Nad 50 kg má genetický potenciál pro ukládání bílkovin u kanců, prasniček a vepřů tendenci ležet před fyziologickými hranicemi příjmu krmiva. Tabulka 4.2 uvádí výsledky pokusu, v němž se kanci a prasničky vykrmuji od 48 do 90 kg dostaly pět různých koncentrací energie. Výsledky ukázaly, že u obou pohlaví míra ukládání bílkovin rostla lineárně s nárůstem SE příjmu až do 32MJ/d, poté zůstala konstantní u kanců 130 g/d a 102 g/d u prasniček.

**Tabulka 4.2** účinek příjmu energie mezi 48 a 90 kg na rychlost ukládání bílkovin a intenzitu růstu kanců (M) a prasniček (F).

		příjem energie (MJ SE/d)				
		22,6	26,4	31,7	36,0	<i>Ad lib</i> *
ukládání bílkovin (g/d)	M	69,5	94,8	129,5	130,0	132,0
	F	63,4	84,5	103,0	102,0	99,0
denní přírůstek (g)	M	418	576	793	842	884
	F	358	552	645	742	795
konverze krmiva	M	3,9	3,4	2,9	3,1	3,5
	F	4,6	3,6	3,4	3,5	3,6
tělesný tuk (g/kg)	M	203	249	257	315	332
	F	293	332	353	368	397

\* 39,8 MJ ME/d pro M a 37,9 MJ ME/d pro F (P<0,05)

Výsledky také ukazují, že nepříznivé účinky na jatečné hodnotě a konverzi krmiva se zvyšují, je-li příjem SE nad úrovní, kdy je dosaženo potenciálu růstu v ukládání bílkovin. Protože je vztah mezi příjmem energie a rychlostí ukládání bílkoviny znám a tyto účinky jsou předvídatelné a mohou být vzaty v úvahu při navrhování krmných dávek pro těžší prasata.

Protože maximální rychlosti ukládání bílkovin u SE 32 MJ/d, úroveň lysinu ve výživě k podpoře svalového růstu a klesá s každým zvýšeným příjmem SE nad 32 MJ/d. Možnost využití levnější výživy by měla brát ohled na výši příjmu energie při rozhodování o nutričně nejvýhodnější krmné dávce pro těžší prasata. Avšak ve většině případů je nejvýhodnější úroveň s průměrným příjmem SE je mezi 32 a 34MJ/d, který umožní praseti vyjádřit svůj potenciál pro růst svalů a zabránily nepříznivým účinkům vyššího příjmu energie, vyšší konverzi krmiva a špatné jatečné výtěžnosti. Dosáhnout toho můžeme použitím relativně nizkoenergetické stravy (12-12,5 MJ/d) podávané *ad libitum* nebo použitím restrikce.

Výsledky v tabulce 4.2 také ukazují, že jak maximální rychlost ukládání, tak sklon části lineárního vztahu mezi energií příjmu a rychlostí ukládání bílkovin byl nižší u prasniček než u kanců. Tedy, pokud byl výrazný rozdíl v přirozené ztrátě bílkovin mezi prasničkami a kanci na úrovni bílkovin ve výživě potřebných pro podporu růstu svalů, dalo by se očekávat, že růst svalů u nich bude menší než u kanců.

Tato tvrzení byla potvrzena experimentálně (Campbell, Taverner and Curic, 1988) a jsou ilustrována v tabulce 4.3. Tyto výsledky ukazují, že mezi 20 a 50 kg je úroveň lysinu ve výživě potřebná pro maximálního růst

podobná u obou pohlaví. Avšak pohybujeme-li se mezi 50 a 90 kg, je potřeba lysinu u prasniček o 15% nižší, než je potřeba pro kance. Experimentální výsledky také ukazují, že mezi 50 a 90 kg jsou prasnice méně tolerantní k vysokému příjmu bílkovin než kanci a páky bílkovin ve výživě pouze nepatrně přesahují požadavek, mají také tendenci stlačit výkonnost růstu. Tyto účinky, jsou však ovlivněny genotypem.

**Tabulka 4.3** účinky lysinu ve výživě na konverzi krmiva kanců (M) a prasniček (F) ve 20 - 50 a 50 - 90 kg živé hmotnosti.

		lysin v KD (g/MJ SE)							
		0,4	0,5	0,6	0,67	0,76	0,83	0,94	1,02
20 - 50 kg	M	3,3	2,9	2,6	2,4	2,2	2,2	2,3	2,3
	F	3,3	2,9	2,6	2,4	2,25	2,3	2,4	2,4
50 - 90 kg	M	3,5	2,9	2,7	2,9	3,1	3,0	2,9	2,9
	F	3,5	2,9	2,9	3,2	3,2	3,3	3,5	3,3

Existuje značný prostor pro zvyšování efektivity produkce prasat pomocí nižších bílkovin (aminokyselin) v krmné dávce pro prasničky ve výkrmu. Výkrm podle pohlaví v pozdějších fázích by snížil náklady a zabránil nadměrnému ukládání tuku v konečné fázi výkrmu u prasniček. Vysoce energetické krmivo podáváme kancům a relativně nízko energetické krmivo pro prasničky. V delším časovém horizontu by se rentabilita výkrmu mohla lépe dosáhnout výběrem prasniček s vyšší kapacitou růstu svalů. Dalšími možnostmi jsou hormonální manipulace nebo genetické šlechtění, oba tyto způsoby jsou uvedeny v následujících podkapitolách.

## 2.2 vliv genotypu nebo linií

Rozdíly v intenzitě růstu a tělesném složení byly hlášeny z různých linií a plemen prasat. Avšak až do nedávné doby bylo málo informací o vlivu genotypu na energii a metabolismus bílkovin nebo na rozsahu změn, které by mohly vzniknout mezi komerčními liniemi. Výsledky studie uveřejněné na ARI, Werribee poskytly pohled na vliv genetického výběru pro růst svalů a jeho následný vliv na intenzitu růst a energetické využití.

V experimentu, vedeného na Werribee, bylo ukládání bílkovin měřeno u dvou linií kanců (Large White, Landrace). Dalo se sedm úrovní krmiva - a hledalo se vhodné krmivo pro jedince mezi 45 a 90 živé hmotnosti. Jedna skupina (skupina A) byla sestavena v pokusném prasečáku v Císařském oddíle z prasat získaných z velkých komerčních stájí (6000 ks), kde byly všechny chovné populace vybrány na základě intenzity růstu v rámci krmení *ad libitum* po dobu přibližně 12 let. Druhá skupina (skupina B) byla z pokusného stáda asi 50-60 prasnic a reprezentována pomaleji rostoucími užitkovými genotypy.

**Tabulka 4.4** účinky příjmu energie mezi 45 a 90 kg živé hmotnosti v ukládání bílkovin a intenzitě růstu u rychlejší (A) a pomalejší (B) skupiny kanců.

příjem energie (MJ SE/d)	skupina	ukládání bílkovin (g)	denní přírůstek (g)	příjem krmiva	množství tuku (%)
22,2	A	92	567	2,60	18,8
	B	81	470	3,12	24,4
25,2	A	105	622	2,66	19,4
	B	87	595	2,80	26,6
27,6	A	119	764	2,39	21,0
	B	105	680	2,69	29,0
30,6	A	135	826	2,40	23,6
	B	115	734	2,77	28,9

33,5	A	148	944	2,36	25,4
	B	128	820	2,70	30,3
36,8	A	166	1110	2,23	25,8
	B	129	870	2,85	32,2
<i>ad libitum</i> *	A	189	1202	2,26	26,0
	B	125	915	3,05	36,6

\* *ad libitum* příjem energie byl 40,6 a 40,7 MJ SE/d pro skupinu A a B respektive Campbell a Taverner (1988)

Výsledky ukládání bílkovin (tab. 4.4) ukázaly, že pro všechny druhy krmiva skupina A ukládala protein rychleji, než se skupina B. Podobně vztah mezi příjmem energie a rychlostí ukládání bílkoviny je také různý mezi skupinami. Pro skupinu prasat B prasata, rychlost ukládání bílkovin vzrostla lineárně s nárůstem SE až do maximální rychlosti 129 g/d na přibližně 33 MJ SE/D (80% *ad libitum*).

U skupiny A neexistuje žádný důkaz o jakémkoliv genetickém stropě pro rychlost přírůstu bílkovin, který se zvýšil lineárně drobným zvýšením příjmu energie (40MJ SE/d) až na 187 g/d při krmení *ad libitum*. Zdá se, že výběr podle krmení *ad libitum* vyjádřil kapacitu pro svalový růst těchto prasat (skupina A) nad horní hranici limitu výživy. Sklon SE ve vztahu mezi příjmem a rychlostí ukládání bílkoviny pro skupinu A byla také vyšší než u lineární části vztahu k skupiny B. S ohledem na výrazný rozdíl v kapacitě pro přírůstek bílkovin mezi skupinami, úroveň lysin ve výživě a další nezbytné aminokyseliny požadované tu podporu svalového růstu by se také dalo očekávat, že se liší reakcí na změnu v úrovni krmení. Toto dokazuje tabulka 4.4, která ukazuje účinky příjmu energie pro růst, konverze krmiva a P2 tloušťka tuku dvou skupin. U skupiny A je nejvhodnější technika krmení, kde bylo podporováno maximum příjmu energie, a tedy byl plně využit velký potenciál prasat pro růst svalů. To by pravděpodobně zahrnuje krmení *ad libitum* s energií a lysin o koncentraci obecně považovanou za vhodnější pro mladší prasata. U skupiny prasat B je však nejvhodnější a nejziskovější krmnou technikou určitý stupeň restrikce energie.

Polní pokusy provedené v souvislosti s prací na ARI naznačují, že se potenciál růstu svalů se v komerčních liniích v Austrálii pohybuje poněkud níže než je u skupiny B používané v experimentu na Werribee až o 85-90% než je u skupiny A. Díky těmto velkým rozdílům je pro výrobce nutné v krátké době měřit schopnost růstu svaloviny jejich zvířat a použít tyti informace k návrhu vhodného krmiva a krmných technologií. V delším časovém horizontu se bude ziskovost jednotlivých podniků a produkce obecně řešit zlepšením prostřednictvím identifikace a šířením skutečně vynikajících zvířat. Výsledky experimentu prováděném na Werribee však ukazují, že pokud se ve stájích zlepši genetická kapacita růstu svaloviny a souběžně se nezvýší nutriční řízení prasat, zejména na úrovni esenciálních aminokyselin, z velké části se potenciální přínos, který tato zvířata nabízí, nebude realizován.

Z výsledků experimentu v tabulce 4.4 vyplývá, že z hlediska intenzity růstu je genetické zlepšování spojeno jak s maximálním nárůstem růstu svalů, tak i lineární složkou vztahu mezi příjmem energie a růst svalů. Relativní míra zlepšení v obou těchto znacích je pravděpodobně ovlivněna výběrem, do budoucna se může více soustředit na ziskový zvyšující se vztah mezi příjmem energie a rychlostí ukládání bílkovin. To by umožnilo rychlý a efektivní růst, při kterém by byly získány úrovně příjmu energie, kterých dosáhnou prasata při krmení *ad libitum* za komerčních podmínek, které jsou často výrazně horší, než je dosaženo prasat chovaných v experimentálních podmínkách nebo v testu.

### 2.3 exogenní prasečí somatotropin - řízení

Vzájemný vztah mezi ukládáním proteinů a stravovací kapacitou na požadavek aminokyselin nejlépe ilustruje vztah mezi endogenním PST řízením a obsahem lysinu ve výživě prasat, výkonem a přírůstkem bílkovin. Exogenní PST stimuluje ukládání bílkoviny a inhibuje tvorbu tuků, to má za následek zlepšení intenzity růstu a snižování obsahu tuku v těle. Nicméně, aby PST technologie zahájila a podpořila vyšší ukládání proteinů vyžaduje souběžné zvýšení obsahu lysinu ve výživě. Toto je prokázáno v tabulce 4.5, která prezentuje výsledky experimentu, v němž se hledaly odpovědi jak s PST zacházet. Kancům bylo podáváno šest úrovní lysinu ve váze mezi 60 a 90 kg.

**Tabulka 4.5** účinek správy exogenního somatotropinu (PST) a obsahu lysinu ve výživě mezi 60 a 90 kg na intenzitu růstu a jatečné hodnoty a P2 tloušťku tuku kance.

PST (mg/kg/d)	lysin (%)	ukládání bílkovin	přírůstek (g)	konverze	P2 (mm)
0	0,45	67	628	3,71	20,5
	0,66	107	803	2,86	19,8
	0,88	118	862	2,65	18,6
	1,09	115	823	2,78	20,2
	1,31	119	887	2,63	17,2
	1,53	117	860	2,71	18,4
0,09	0,45	74	588	3,87	17,0
	0,66	104	760	3,02	15,0
	0,88	146	961	2,35	12,4
	1,09	175	1108	2,07	14,2
	1,31	216	1204	1,80	14,0
	1,53	213	1338	1,69	13,1

Campbell et al. (1989b)

Exogenní PST řízení maximálně zvýšilo ukládání bílkovin (měřeno v JUT) 118 do 215 g/d (81%). Nicméně, rozsah zlepšení indukovaný PST byl v přímé souvislosti s obsahem lysinu a u dvou nejnižších typů krmiv PST neměl žádný pozitivní vliv na ukládání proteinů nebo na intenzitu růstu. Množství lysinu pro podporu maximálního přírůstku bílkovin u PST ošetřených prasat byl přibližně 0,75 a 1,2% respektive. Odpovídající množství lysinu bylo 0,5 a 0,8 g/MJ resp.

Kromě prokázání potenciálu PST technologie se ukázalo, že PST může měnit intenzitu výroby vepřového masa. Výsledky také ukazují, že budoucí zlepšení intenzity růst bude závislé na identifikaci a odstranění vnitřních faktorů omezující ukládání bílkovin.

Toho lze dosáhnout pomocí genetiky a/nebo uplatnění nových technologií, jako je exogenní PST řízení. Nicméně z těchto informací je zřejmé, že výhody nabízené zvýšením růstu prasat pomocí vyššího ukládání bílkovin (růst svalů) bude jen tehdy plně realizováno, pokud bude úroveň výživy a krmná technologie posílena odpovídajícím způsobem.

### 3. výživové faktory

#### 3.1 rovnováha aminokyselin a představa ideální bílkoviny

Pojem ideální bílkovina podle ARC (1981) byl úspěšný při posunutí těžiště komerční výživy od jednotlivých aminokyselin a požadavků směrem k vyššímu zhodnocení vhodné rovnováhy všech aminokyselinou v krmivu.

V Austrálii komerční scéna obecně přijala doporučení SCA (1988), kteří obhájili aminokyselinou bilanci podobnou ARC (1981). Nověji jsou některé segmenty odvětví přijaty revidovanou bilancí navrženou AEC (1987) a také Wangem a Fullerem (1987). Různých aminokyselinové modely, tak jak je navrhuji tyto subjekty, jsou k porovnání v tabulce 4.6.

Výhody pohlížení požadavků na bílkoviny pro rostoucí prasata jako na vzorec rovnováhy aminokyselin, jsou zřejmé. Nicméně někteří upozorňují na potřebu prezentovat „ideální“ rovnováhu s ohledem na aktuální hodnoty. ARC (1981) a následně SCA (1988) při navrhování svého odhadu na bilanci aminokyselin v "ideálním proteinu", i když rozdíl mezi stravitelností krmiva a mezi aminokyselinami krmiva, jsou stále definovány bilancí z hlediska celkových aminokyselin. Tyto odhady jsou založeny na experimentálních důkazech a zhodnoceních aminokyselin z profilů prasečí tkáně. SCA (1988) se částečně zabýval komplikací variabilní stravitelnosti aminokyselin, které vyplývají z požadavků prasat na dostupné aminokyseliny, poměru lysinu a energie, v nichž je lysin v použit jako zástupce pro všechny aminokyseliny, který souvisí se vzorem stanoveným pro celkové aminokyseliny.

Fuller (1989) zdůraznil, že revidovaný bod "ideální protein" pro aminokyselinou bilanci Wang a Fullera (1987) byl určen s použitím materiálů, které byly metodicky prakticky úplně jako "popis vnitřních potřeb prasete pro resorpční metabolismus". Proto než tato doporučení mohou být přijata v krmivech vyráběných z konvenčních materiálů obsah aminokyselin takových materiálů musí být definován v podmínkách, které jsou nezatíženy rozdíly ve stravitelnosti.

**Tabulka 4.6** odhady složení aminokyselin "ideálního proteinu" ve vztahu k lysinu

	SCA (1988) <sup>a</sup>	AEC (1987) <sup>a</sup>	Wang and Fuller <sup>b</sup> (1987)
lysin	100	100	100
metionin	25	30	
metionin + cystein	50	55	63
treonin	60	60	72
tryptophan	14	18	18
isoleucin	54	55	60
leucin	100	100	110
histidin	33	35	
fenylalanin	48		
fenylalanin + tyrosin	96	95	120
valin	70	70	75

<sup>a</sup> všechny aminokyseliny

<sup>b</sup> ideálně stravitelné aminokyseliny

Kromě revize aminokyselinové bilance ideální bílkoviny, Fuller, McWilliam a Wang (1987) stanovují i další dvě teze:

(1) Velmi odlišné jsou požadavky aminokyselin na záchovu a přírůstek těla, ideální protein se bude lišit v závislosti na úrovni bílkovin růstu a měnící se záchově. To je důležité zvláště u kvalitnějších genotypů s potenciálem k vysokému podílu libové tkáně a u zvířat, jejichž ukládání bílkovin byly výrazně vyšší kvůli ošetření stejně jako u prasat se somatotropinem.

(2) Stejně jako konkrétní model esenciální aminokyseliny je nutný k dosažení "ideálního proteinu", je také nutný optimální poměr celkem zásadních neesenciálních aminokyselin. Je docela možné, že v budoucnu některé kombinace neesenciálních aminokyselin, které mohou být označeny za následek efektivnějšího využívání dusíku ve výživě.

Pro nezávislé pozorovatele diskuse o dostupnosti aminokyselin všech jejich komplikací a techniky, se zdá být jako takové cvičení v sémantice stejně jako ve vědě.

Mnoho komerčních výživářů se rozhodlo následovat konzervativní linii formulování na základně celkových aminokyselin v poměru s určitou váhou o "dostupnosti" na lysin (často dorazila velmi subjektivní a arbitrární prostředky). Mnozí namítají, ARC (1981), že ideální protein jako vzor aminokyseliny jim posloužil dobře, není-li dostatečně spolehlivá dostupnost hodnoty aminokyselin u všech potravin.

### 3.2 dostupnost aminokyselin

Přestože na tuto oblast výživy zvířat byl výzkumu zaměřen po mnoho let je tu ještě mnoho věcí, které je třeba vyřešit, a to nejen dohoda o jednoznačné definici dostupnosti. V mnoha případech termín dostupnosti je používán zaměnitelně se stravitelností přesto, že by měl být omezen pouze na tu část dodávky aminokyselin, která může být plně využita pro syntézu proteinů na buněčné úrovni.

Pokud jsou tyto dvě hodnoty podobné, jsou zde drobné problémy, ale pokud je rozdíl velký výživáři se potýkají například s takovým dilemá jako je diskuse týkající se "pracovní pohotovosti" lysinu ve sladké lupině (*L. angustifolius*). Taverner, Curic a Rayner (1983) ukázali hodnotu zdánlivého ideálního trávení lysin v tomto materiálu z 90%, zatímco Batterham, Murison a Anderson (1984) měří dostupnosti pouze 57%.

### 3.3 netto energie – preference na základě energetického zhodnocení a stravovacích požadavků

Vzhledem k tomu, že energie a bílkoviny, jsou tak pevně provázány ve výživě prasat zdá nevhodný pojem "dostupnost" aminokyselin takového krmiva, které lze označit z hlediska specifické úrovně aminokyselin, na které zvíře reaguje přímo, zatímco energie je nežádoucí funkcí poměrně hrubou (stravitelná energie). Just (1982) argumentuje, že jde o čistou energii v systému hodnocení krmiv a poukazuje na to, že čistá energie je energetický parametr, na který zvířata reagují přímo. Proto pokud přísnou kontrolou zvířat, odpověďmi a přesnými popisy výživné hodnoty krmiv, mají poté být dosaženy požadavky bílkoviny/energie, mohou být případy popsány v jednotkách aminokyselin k dispozici a čisté energie.

Just, Fernandez a Jorgenson (1983) ukázali, že poměr mezi čistou energií a metabolizovanou energetickou hodnotou krmiva se snížil, přičemž se objem tráveniny zadního střeva zvýšil. Taverner a Curic (1983) uplatnili výpočty podle Justa, Fernandez a Jorgensona (1983) a ukázali, že stravitelná energie může být špatná pro odhad množství energie u některých krmiv.

**Tabulka 4.7** dostupné energie krmných přísad MJ / kg DM

surovina	SE	ME	NE
pšenice	15,6	15,1	10,5
hrášek	14,1	13,6	9,7
lupina	15,1	13,9	7,2

Taverner a Curic (1983)

Proto ačkoliv lupina zaznamenala vyšší hodnoty ME a SE než hrášek. NE jejího výnosu je podstatně nižší, vzhledem k velkému podílu energie, která se bude trávit v zadním střevě.

Podobné zlepšení čistého energetického výnosu ze stravitelné energie ve složce stravy se objevuje jako zvýšená hustota energie prostřednictvím nahrazení sacharidů tuky. Situace, kdy hustota energie a nejbližší analýza (bílkovin, tuků, vlákniny) zůstávají poměrně statické, je trochu výhodou při přijímání čisté energie jako základní energie krmiva, protože vztah mezi stravitelnou a čistou energií je poměrně konstantní. Avšak v situaci, kdy je složení krmiva mnohem rozmanitější a podíl stravitelné energie mizí v zadním střevě, se liší. Další situací, kdy je rozdílná čistá a stravitelná energie, je při zvýšení chuti k žrádlu nebo při tepelném namáhání omezeném výkonem. To může být překonáno zvyšováním energetické hustoty a souběžným snížením tepelného stresu, pak se čistá energie stává hlavním faktorem výkonnosti, a proto se jí dává přednost při sestavování základního krmné dávky.

#### **4. sloučení interaktivních faktorů – modelace**

Řada počítačových simulačních modelů bylo vyvinuto ve snaze integrovat mnoho živočišných a výživových požadavků ovlivňujících intenzitu růstu a živiny prasat ve výkrmu.

Bezpochyby nejkompexnější z těchto modelů je AUSPIG model, který byl původně popsán Černý et al. (1986) a který je vyvíjen dodnes.

Jedním ze skutečných přínosů těchto modelů je, že dokáží identifikovat mezery v našich znalostech, které by z krátkodobého hlediska měly být zahrnuty do orientační předpokladů, které umožní pokračování procesu modelování. Nicméně, v dlouhodobém horizontu by měly být řešeny ve vhodných výzkumech.

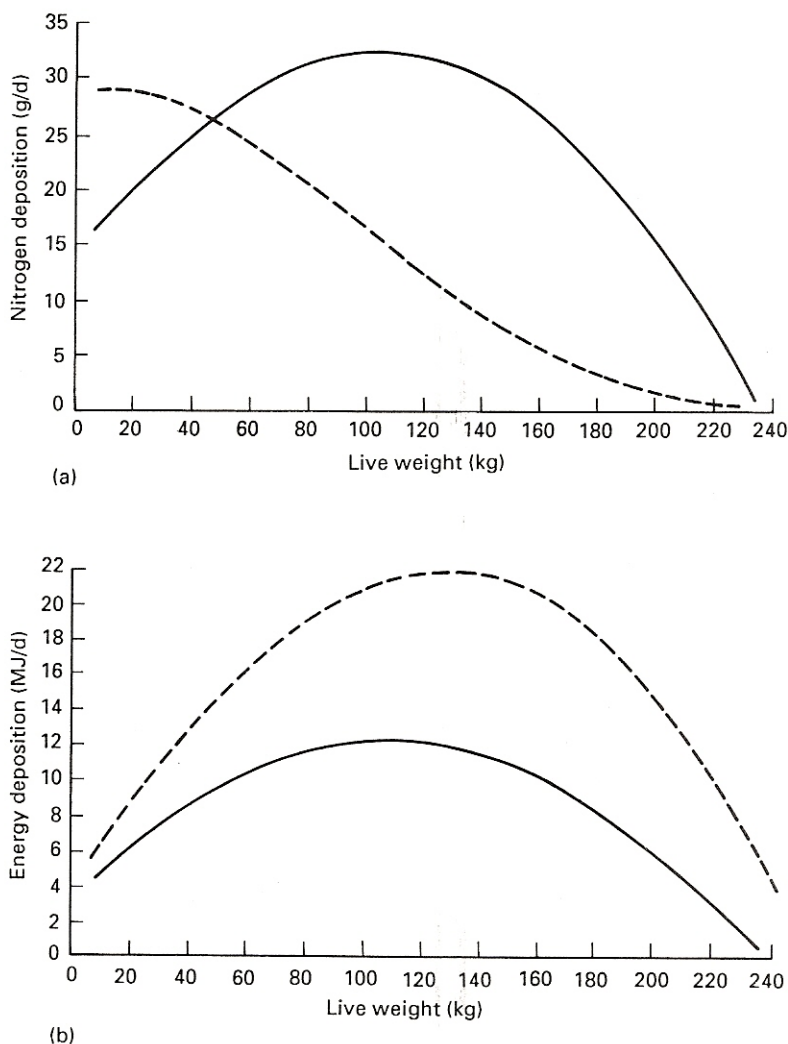
Tento model umožňuje integraci oborů (výživa/genetika/ management) tak, že cílem matematiky krmných dávek pomocí lineárního programování je více reaguje na biologické zpětné vazby a rozvoj celého systému strategií pro optimalizaci pěstitelské a/nebo zisku, spíše než aditivní posloupnost nezávislých kouskování rozhodnutí, která v současné době charakterizují řízení produkce prasat.

Kontrola platnosti cvičení s AUSPIG modelem probíhala tak, že se předpokládané výstupy byly ve srovnání se zdokumentovanými výsledky četných studií. Růst i produkce se ukázala více než povzbudivá.

Když byl model poprvé zadán hlavní vstupní plochy a přesné údaje byly vymezeny byly takto:

##### **4.1 popis genotypu**

Většina výzkumných projektů s prasaty se všeobecně zaměřuje na určitou fázi růstu a tak i když mohou četné pokusy přispět informacemi z aktivní fáze růstu, model vyžaduje rovněž komplexní popis růstu celého života a vzor/potenciál pro přesnou simulaci. A řada studií rozšířených na růst byly podnikáno s hlavními genotypy Austrálie a bylo nezbytné získat informace, zejména o konci růstové křivky, které umožní doladění algoritmů, které popisují každý genotyp (GT Davies, CSIRO osobní komunikace). Příklady takových algoritmů jsou uvedeny na grafech 4.3a a 4.3b. Model AUSPIG uznává dynamickou povahu vývoje genotypu a nabízí nejen řadu genotypových základů, ze kterých si je možno vybrat při simulaci, ale i prostory pro jemné vyladění genotypu do modelu.



**Figure 4.3** Genotypic descriptions in terms of (a) potential nitrogen deposition and (b) potential energy deposition for (—) highly improved and (- - -) unimproved pigs with increasing live weight

#### 4.2 nutriční označení krmiv

Kromě genotypu a dalších živočišných faktorů hlavní kvantitativní faktorem intenzity růstu je nadále dostupná energie a aminokyseliny. Proto je prediktivní přesnost modelu přímo závislá na přesnosti nutričních deskriptorů vztahujících se na užitá krmiva. To byl hlavním problémem v původním AUSPIG modelu a zůstane místem vyžadujícím stálou kontrolou kvůli proměnlivému složení krmiv.

Pravděpodobně jedním z hlavních problémů, kterým v současné době čelíme v komerční výživě, je volba dostupné hodnoty aminokyselin z různých zdrojů a jak je uplatňovat v každodenním složení. Živinové požadavky, kdy populace byla krmena na obsah živin v krmivech byla potřeba definovat je na stejné. Zbytečné je vybudování vysoce detailní a přesné živinové matrice pro suroviny, pokud výživové specifikace jsou čerpány z učebnice bez kvalifikace, jak byly odvozeny. Robustní model by měl dosáhnout konzistentní přesnosti

predikce celou řadou radikálně se měnících situacích tak dlouho, aby vstupy byly popsány v analogických podmínkách.

Jednou z hlavních oblastí zájmu je neefektivní využívání aminokyselin ve výživě. Navzdory pokusům znát požadavky na aminokyselinovou bilanci a umožňuje řešit rozdíly ve stravitelnosti aminokyselin v rámci jednotlivých potravin, bílkovin a využití hodnot v řádu pouhých 50%, jsou často zaznamenány v komerčních i experimentálních krmivech (Campbell, Taverner a Curic, 1988).

Tato úroveň neefektivnosti může navrhnout:

- (1) "ideální" bílkovinu jako pojem, který je v současné době v módě, což není zdaleka dokonalé a tak jednoduché.
- (2) jedna nebo více základních aminokyselin kromě lysin jsou méně dostupné, než se obecně předpokládá při jejich použití v konvenčních stravitelnosti a dostupnosti hodnot
- (3) Mino kyseliny jsou ztraceny v procesech zprostředkování metabolismu z důvodů dosud, které nejsou plně pochopeny
- (4) Další faktory, jako je ochrana zdraví, stres, nevyživové faktory (lectin, inhibitory trypsinu, třísloviny atd.) mohou být společným zdrojem neefektivního využití aminokyselin. Ačkoliv tyto faktory jsou pravděpodobně ovlivňují využití aminokyselin v experimentálních podmínkách, bylo by však obtížné začlenit je do modelu.

Model AUSPIG jde vstříc této zjevné neefektivnosti využití aminokyselinových připsáním relativně nízké hodnoty dostupnosti aminokyselin u některých surovin např. u zrna. To by mohlo být považováno za dočasné prospěšné při čekání na další upřesnění na faktorů.

Přes zjevné nedostatky a nutnost převzetí v některých aspektů modelování a přesnosti kvantitativní předpovědi růstu, byla tato předpověď mimořádně dobrá zejména v situacích, v nichž většina hlavních vstupů byly přesně kvantifikována.

Kromě toho se v AUSPIG model začlení do maximalizace zisku a umožňuje nejen integraci zvířat s nejvhodnější krmnou technikou, ale také prostřednictvím začlenění nastavitelnosti statistické rozložení a třídění výsledků a současné překrytí různých platebních matic. Tím umožňuje optimální zisk s projekčními podrobnostmi na požadovaný výkrm a marketingové strategie. Pokračuje dále k identifikaci potenciálního zlepšení celkové ziskovosti podniku pomocí definování množstevního omezení kapitálu, pracovních sil, zvláštního zařízení, atd.

## **5. závěr**

Kapacity prasete ve výkrmu a přírůstku jako hlavního faktoru intenzity růstu a požadavků na aminokyseliny/energii. V krátkodobém horizontu by výrazné zlepšení efektivity výroby mohlo být dosaženo shodou podrobnějšího nutričního řízení s kapacitou pro bílkovinný růst.

Budoucí zlepšení efektivity a rentability výroby vepřového masa bude záviset na identifikaci a odstranění vnitřních omezení k růstu libové tkáně, zejména u těžších prasat. Toho lze dosáhnout konvenčně (např. genetikou) nebo biotechnologicky (např. administrativou exogenní PST). Potenciální výhody vyplývající z prasat, u kterých se zvýšil růst libové tkáně, se bude plně realizovat jen tehdy, pokud budou aminokyseliny a energetické vstupy jsou upraveny.

Obtíže, s nimiž se konfrontují výživáři a snaží se těmto požadavkům předejít patří:

(1) Nedostatečné pochopení ukládání bílkovin charakteristických pro různé genotypy s nimiž jsme pracovali. Zahmout je do tohoto zhodnocení dynamického charakteru genotypu.

(2) Neúplná znalost z oblasti hodnot energetiky a aminokyselin potravinách, které se promítají do živin potřebných k růstu tkání na buněčné úrovni.

(3) nebudeme řešit problém s přípravou krmiva a krmnou technologií s plně integrovaným přístupem tak, jak je žádoucí.

Tyto body ilustrují některé z hlavních oblastí, které vyžadují další výzkum.

		příjem energie (MJ SE/d)				
		22,6	26,4	31,7	36,0	<i>Ad lib*</i>
ukládání bílkovin (g/d)	M	69,5	94,8	129,5	130,0	132,0
	F	63,4	84,5	103,0	102,0	99,0
denní přírůstek (g)	M	418	576	793	842	884
	F	358	552	645	742	795
konverze krmiva	M	3,9	3,4	2,9	3,1	3,5
	F	4,6	3,6	3,4	3,5	3,6
tělesný tuk (g/kg)	M	203	249	257	315	332
	F	293	332	353	368	397