

EFFETTI DELL'IMPIEGO DI SACCHAROMYCES CEREVISIAE VAR. BOULARDII NEI SUINETTI IN POST-SVEZZAMENTO SULLE PERFORMANCE DI CRESCITA E SULLA RIMOZIONE DI ANTIBIOTICI E OSSIDO DI ZINCO

EFFECT OF SACCHAROMYCES CEREVISIAE VAR. BOULARDII ADMINISTRATION IN POST-WEANING PIGLETS ON GROWTH PERFORMANCE AND ANTIBIOTIC AND ZINC OXIDE REMOVAL

AGAZZI A.¹, BONTEMPO V.¹, SAVOINI G.¹, BRAVO DE LAGUNA F.², BAZZOLI A.³

¹Department of Health, Animal Science and Food Safety, University of Milan., Italy ;

²Lallemand SAS, Blagnac, France; ³Lallemand Animal Nutrition, Italy

Parole chiave: suinetti, accrescimento, lievito.

Key words: piglets, growth performance, live yeast.

Riassunto: L'obiettivo dello studio è stato quello di valutare l'effetto di LEVUCCELL SB (*S. cerevisiae* var. *boulardii* CNCM I-1079) sulle performance di crescita di suinetti in post-svezzamento con o senza la somministrazione di trattamenti antibiotici e ossido di zinco (ZnO) nella dieta. 288 suinetti (21 giorni di età, 6,52 kg ± 0,98) sono stati suddivisi in modo omogeneo sulla base del peso vivo iniziale e del sesso in 3 gruppi sperimentali in funzione dei trattamenti alimentari adottati: C) controllo, dieta di base con antibiotico e inclusione di ZnO nei mangimi prestarter e starter e solo inclusione di antibiotici nella terza fase di alimentazione; T1) C + 2x10⁹ CFU/kg di LEVUCCELL SB; T2) dieta di base con antibiotico e ZnO solo nella fase prestarter + 2x10⁹ CFU/kg di LEVUCCELL SB durante tutto il periodo sperimentale. I dati raccolti sono stati analizzati mediante una procedura MIXED del software SAS per misure ripetute. Il gruppo T1 ha evidenziato un maggior incremento ponderale medio giornaliero rispetto ai gruppi C e T2 (P < 0.01) ed una tendenza al miglioramento della conversione alimentare (P < 0.10) rispetto a C, mentre il gruppo T2 non ha mostrato differenze significative rispetto a C nelle performance di crescita. Il presente studio mostra come Levucell SB possa aiutare i suinetti nelle fasi critiche del post-svezzamento, migliorandone le performance produttive e giocando un ruolo significativo nelle strategie nutrizionali mirate alla riduzione dei mangimi medicati.

Abstract: The objective of the study was to evaluate the effects of LEVUCCELL SB (*S. cerevisiae* var. *boulardii* CNCM I-1079) on post-weaning piglets performance with or without removing antibiotics medication treatments and zinc oxide (ZnO) in the diet. 288 piglets (21 days old, 6.52 kg ± 0.98) were allotted to 3 homogenous dietary treatments on the basis of initial body weight and sex: C) control, basal diet with antibiotic and ZnO inclusion in the prestarter and starter phases, and antibiotic inclusion alone in the third dietary phase; T1) C + 2x10⁹ CFU/kg of LEVUCCELL SB; T2) basal diet with antibiotic and ZnO inclusion prestarter feed alone + 2x10⁹ CFU/kg of LEVUCCELL SB during the whole experimental period. Data were analysed by a MIXED procedure of SAS for repeated measurements. LEVUCCELL SB increased the average daily gain in T1 than both C and T2 groups (P < 0.01) with a trend to improved feed conversion than C (P < 0.10). No significant differences on growth performance were outlined between C and T2 piglets. The present study shows that LEVUCCELL SB can face the post-weaning challenges enhancing piglet's performance and playing a significant role in the nutritional strategies for the reduction of medicated feeds.

INTRODUZIONE

Le settimane successive allo svezzamento rappresentano un momento di particolare stress per il suinetto in cui spesso si assiste ad un calo dell'assetto immunitario e della capacità di risposta verso agenti patogeni esterni, una riduzione del consumo di alimento ed una conseguente diminuzione delle performance di crescita, anche in funzione di una microflora intestinale non ottimale (Bontempo et al., 2014; Jiang et al., 2015a,b).

La microflora intestinale svolge un'azione di primaria importanza nel mantenimento dello stato di salute e della produttività nei suini. Da questo punto di vista l'inclusione nella dieta e la somministrazione quotidiana di probiotici possono contribuire positivamente nel mantenimento di una popolazione microbica intestinale ottimale secondo due differenti meccanismi complementari: a) diminuendo la produzione di metaboliti tossici nel tratto gastrointestinale ed aumentando la produzione di enzimi, vitamine e sostanze antibatteriche; b) aumentando la resistenza della mucosa intestinale agli agenti patogeni e stimolando le naturali risposte del sistema immunitario (Lipiński et al., 2012). Sebbene siano stati identificati differenti meccanismi di azione dei probiotici in funzione della loro natura (Auclair, 2000), È stato dimostrato come la somministrazione di tali prodotti sia in grado di ridurre l'incidenza di diarrea sia di origine batterica (*E. coli*) che virale (*Rotavirus*) nelle specie animali (Musa et al., 2009).

Nello specifico, l'utilizzo di probiotici a base di *Saccharomyces cerevisiae*, è in grado portare ad un aumento della conta di lattobacilli e una riduzione di *E. coli* intestinali, con un conseguente miglioramento delle funzionalità digestive e di secrezione di alcuni enzimi gastrointestinali (Lipiński et al., 2012).

Levucell SB è un additivo microbico per mangimi (E1703) a base di cellule vive di lievito (*S. cerevisiae*, var. *Boulardii* ceppo CNCM I 1079) altamente concentrato e selezionato per migliorare le prestazioni dei monogastrici attraverso una regolazione della funzione intestinale e del suo equilibrio microbico. L'efficacia di Levucell SB sulla microflora dell'intestino e la sua azione di contrasto alla prevalenza di agenti patogeni nei suinetti è stata dimostrata nel corso degli anni (Brousseau et al., 2009, King et al., 2016), evidenziando un maggior stato di salute dell'intestino che porta ad un conseguente miglioramento delle performance di crescita nel post-svezzamento (Rosener et al., 2012).

Lo scopo del presente studio è stato quello di valutare l'effetto di Levucell SB (*S. cerevisiae* var. *boulardii* CNCM I-1079) sulle performance di crescita dei suinetti post-svezzamento con o senza la somministrazione di antibiotici e ossido di zinco nella dieta.

MATERIALI E METODI

Per lo svolgimento dello studio sono stati utilizzati 288 suinetti (TOPIGS) svezzati a 21 giorni di età (peso iniziale 6.52 kg \pm 0.98) e vaccinati contro Circovirus (PORCILIS PCV) e Mycoplasma (PORCILIS MYO). I suinetti sono stati divisi in tre gruppi sperimentali omogenei di 96 animali sulla base del peso vivo di partenza e dei trattamenti alimentari adottati. Ciascun gruppo sperimentale era composto da 48 maschi e 48 femmine suddivisi in box da 8 soggetti ognuno in funzione del sesso, per un totale di 6 replicazioni di maschi e 6 ripetizioni di femmine. Tutti i suinetti utilizzati nella prova sono stati allevati nella medesima sala di post-svezzamento per un totale di 36 box. I suinetti di sesso femminile sono stati distribuiti in due linee frontali di 9 box ciascuna; allo stesso modo i suinetti di sesso maschile sono stati distribuiti in due linee frontali di 9 box ciascuna. Ogni linea era composta da 3 box per ciascun gruppo sperimentale (9 box totali).

La somministrazione dei trattamenti alimentari è proseguita per i 50 giorni successivi allo svezzamento utilizzando un piano nutrizionale suddiviso in tre fasi: a) prestarter (0-11gg); b) starter 1 (12-13gg) e starter 2 (14-50gg).

I trattamenti alimentari adottati sono stati i seguenti: C) controllo, dieta di base con antibiotico e inclusione di ZnO nei mangimi prestarter e starter 1 e solo inclusione di antibiotici nella terza fase di alimentazione; T1) C + 2×10^9 CFU/kg di LEVUCCELL SB; T2) dieta di base con antibiotico e ZnO solo nella fase prestarter 1 + 2×10^9 CFU/kg di LEVUCCELL SB durante tutto il periodo sperimentale.

Gli antibiotici ed il dosaggio di ossido di zinco inclusi nei mangimi sperimentali nelle differenti fasi sono stati i seguenti: prestarter, amoxicillina (300ppm), colistina (120g/100kg di alimento), ZnO (2400ppm); starter1, doxiciclina (300ppm), tiamulina (150 ppm), ZnO (2400ppm); starter 2, licomicina (220ppm).

Il probiotico utilizzato è stato fornito da Lallemand SAS, Francia, e direttamente incluso nei mangimi sperimentali.

Le diete di base di ciascun gruppo sperimentale nelle tre differenti fasi hanno visto l'inclusione di orzo fioccato, farina d'orzo, farina di frumento, farina di mais, soia integrale, siero di latte e farina di soia proteica (48% proteina grezza) come componenti principali. Tutte le diete sono state distribuite ad libitum e formulate per essere isoenergetiche ed isoproteiche all'interno delle diverse fasi, coprendo o eccedendo i fabbisogni nutrizionali raccomandati dal National Requirements Council (NRC, 2012) per le rispettive fasi di ciclo produttivo. Tutti gli animali hanno avuto libero accesso all'acqua durante l'intero svolgimento della prova.

I mangimi sperimentali sono stati campionati all'inizio di ogni fase di alimentazione e analizzati per il contenuto di sostanza secca, proteine grezze, grassi grezzi, fibre grezze, ceneri, amido, zuccheri, Ca, P, Lisina e Met + Cys.

Il peso vivo di ciascun suinetto ed il relativo incremento ponderale medio giornaliero (IPMG) sono stati rilevati e calcolati all'inizio dello studio (0 d), ad ogni cambio di fase di alimentazione (11 e 33 d) e alla fine della prova sperimentale (50 d). Al termine di ciascuna fase (11d, 13d e 50d) sono stati raccolti i dati di assunzione di alimento per ciascun box ed è stato calcolato l'indice di conversione alimentare (ICA).

Durante l'intera prova, i suinetti sono stati sottoposti a controllo quotidiano al fine di registrare tutte le possibili problematiche e attuare misure adeguate. Durante tutto il periodo di prova, sono stati registrati eventuali interventi sanitari, così come la mortalità.

L'incremento ponderale medio giornaliero, l'ingestione di alimento e la conversione alimentare (IPMG, IGM, ICA) dei suinetti sono stati analizzati mediante una procedura MIXED di SAS (The SAS Stat. V.9.3) per misure ripetute in cui l'unità sperimentale è stata rappresentata dal box. Il modello statistico ha tenuto in considerazione gli effetti principali legati al trattamento, al sesso, al tempo, considerando inoltre le interazioni trattamento x tempo, trattamento x sesso e trattamento x tempo x sesso. Inoltre, l'incremento totale e l'assunzione totale di alimento per box sono stati valutati mediante una procedura GLM di SAS (The SAS Stat. V.9.3) considerando gli effetti del trattamento, del sesso e dell'interazione trattamento x sesso.

Il livello di significatività è stato fissato per ^{A,B} $P \leq 0.01$ e ^{a,b} $P \leq 0.05$, mentre valori contenuti nell'intervallo $0.05 < P \leq 0.1$ sono stati considerati tendenze.

RISULTATI

L'effetto della somministrazione di lievito vivo (Levucell SB, *S. cerevisiae* var *boulardii* CNCM I-1079) su tutta la durata della prova sperimentale non ha evidenziato differenze significative nell'andamento del peso vivo e nel peso vivo finale tra i soggetti appartenenti ai tre gruppi sperimentali, sebbene sia stata rilevata una tendenza ($P=0.10$, tabella 2) del gruppo T1 nel confronto con T2 per un maggiore peso vivo medio ($P=0.04$). Il sesso ha influenzato il peso dei suinetti, dove i maschi sono risultati significativamente più pesanti rispetto alle femmine ($P=0.03$). Non sono state riscontrate ulteriori differenze in funzione delle interazioni

tra la dieta somministrata, i giorni di somministrazione e il sesso di appartenenza dei soggetti. La somministrazione di Levucell SB ha influenzato significativamente l'IPMG ($P < 0.01$, tabella 2), con valori più elevati per il gruppo T1 rispetto ai gruppi C ($P = 0.005$) e T2 ($P < 0.001$), mentre nessuna differenza è stata riscontrata nel confronto tra i gruppi T2 e C. similmente a quanto riportato per le variazioni del peso vivo dei soggetti sperimentali, nell'arco della prova non sono state riscontrate ulteriori differenze in funzione delle interazioni tra la dieta somministrata, i giorni di somministrazione e il sesso di appartenenza.

Tabella 1. Composizione chimica delle diete base (% sulla sostanza secca).
Table 1. Chemical composition of the experimental basal diets (% dry matter)

	Prestarter (0-11d)	Starter 1 (12-33d)	Starter 2 (34-50d)
SS	89.64	90.20	90.40
PG	19.70	18.15	18.25
LG	5.70	5.38	5.68
FG	5.14	5.16	4.90
Ceneri	5.40	5.35	4.99
Ca	1.03	1.12	0.98
P	0.62	0.64	0.59
Amido	43.23	43.03	41.70
Zuccheri	7.70	8.40	9.30
Lisina	1.37	1.35	1.14
Met + Cis	0.59	0.54	0.54
Treonina	0.88	0.88	0.77

L'assunzione dell'alimento non è stata influenzata da trattamenti alimentari adottati (tabella 2) sia considerando il consumo nelle diverse fasi alimentari ($P=0.60$), la media sull'intero periodo di prova ($P=0.11$), o il totale di alimento consumato da ciascun box ($P=0.14$). L'assunzione di alimento non è stata influenzata dal sesso di appartenenza dei suinetti così come dalle interazioni tra la dieta, i giorni di trattamento ed il sesso.

Come risultato del rapporto tra alimento consumato ed incremento ponderale, l'analisi degli indici di conversione alimentare ha evidenziato una tendenza positiva ($P=0.08$) sull'efficienza di utilizzazione della dieta del gruppo T1 rispetto ai soggetti appartenenti al gruppo C (1.53 vs. 1.61, rispettivamente), mentre il sesso e le diverse interazioni testate non hanno influito significativamente sul parametro in oggetto.

Tabella 2. Performance di crescita di suinetti in post-svezzamento alimentati con Levucell SB (dati riferiti al box, n.8 soggetti/box).

Table 2. Growing performance of post-weaning piglet fed Levucell SB (all items are referred to the box, n8 subjects/box)

Giorni/ periodo	Gruppo			SEM	P					
	C	T1	T2		Dieta	Sesso	Tempo	Dieta X Sesso	Dieta X Tempo	Dieta X Sesso X Tempo
Peso vivo (kg)										
0	48.30	47.90	48.60	4.68	0.10	0.03	<0.01	0.39	0.55	0.96
11	62.50	63.32	61.64							
33	112.88	120.87	109.91							
50	176.59	189.40	172.64							
Incremento ponderale medio giornaliero (IPMG, g/d)										
0-11	1365	1469	1409	97.66	<0.01	0.20	<0.01	0.37	0.29	0.29
12-33	2349	2616	2252							
34-50	3899	4264	3780							
0-50	2538 ^B	2783 ^A	2481 ^B							
Assunzione alimentare (kg/periodo)										
0-11	22.91	23.23	22.95	2.86	0.11	0.93	<0.01	0.30	0.69	0.52
12-33	85.97	98.49	81.47							
34-50	113.09	117.55	110.50							
Totale	221.96	230.26	214.92	10.42	0.14	0.93		0.35		
Indice di conversione alimentare (ICA)										
0-11	1.50	1.42	1.42	0.04	0.08	0.43	<0.01	0.10	0.84	0.95
12-33	1.62	1.56	1.60							
34-50	1.70	1.61	1.69							
0-50	1.61 ^(a)	1.53 ^(b)	1.57							

L'incidenza della mortalità per ciascuna delle tre fasi della dieta e nei tre gruppi sperimentali è riportata nella tabella 3. Gli animali del gruppo T1 hanno mostrato livelli più bassi di mortalità durante lo studio, sebbene nella fase 3 tutti i gruppi sperimentali mostrassero un numero e una percentuale di mortalità comparabile.

Tabella 3: Incidenza della mortalità in suinetti post-svezzamento (% , n.) alimentati con Levucell SB. Il numero e la percentuale si riferisce ai suinetti morti in ogni fase. La percentuale è stata calcolata sulla dimensione iniziale del gruppo (96 suinetti/gruppo).

Table 3. Mortality rate (% , n.) of postweaning piglets fed Levucell SB. Percentage and number are referred to the single rearing phases. Percentage have been calculated over the initial group consistency (96 subjects/group).

	Prestarter (0-11d)	Starter 1 (12-33d)	Starter 2 (34-50d)	Globale (0-50d)
C	1.05%(n.1)	4.17%(n.4)	5.21%(n.5)	10.42%(n.10)
T1	---%(n.0)	1.05%(n.1)	6.25%(n.6)	7.29%(n.7)
T2	3.13%(n.3)	4.17%(n.4)	4.17%(n.4)	11.46%(n.11)

DISCUSSIONE

Nel presente studio, la somministrazione di *S. cerevisiae* var. *boulardii* (CNCM I-1079, Levucell SB) per i cinquanta giorni successivi allo svezzamento ha mostrato un aumento significativo dell'IPMG, con un trend positivo nel miglioramento dell'indice di conversione alimentare dei suinetti trattati.

I risultati evidenziati dalla tendenza ad maggior capacità di conversione dell'alimento somministrato da parte dei suinetti alimentati con Levucell SB sembrano poter essere riconducibili ad una migliore efficienza nell'utilizzo della dieta a fronte della sostanziale equivalenza del consumo di alimento nei tre gruppi coinvolti nello studio. Le attività sperimentali hanno infatti evidenziato come l'uso concomitante di *S. cerevisiae* var. *boulardii*, antibiotici e ZnO o dei soli antibiotici, secondo lo schema sperimentale adottato, non sia in grado di modificare l'assunzione di alimento.

Oltre alla possibile efficacia sull'utilizzazione dei nutrienti, è stato spesso evidenziato come l'aggiunta di lieviti vivi nella razione possa aumentare la resistenza a diverse patologie e migliorare le performance attraverso un effetto positivo sulla risposta immunitaria ed il mantenimento di un ambiente intestinale favorevole agli animali (Lessard et al., 2009; Brousseau et al., 2015); in questo modo, il miglioramento dell'immunità da parte del lievito vivo potrebbe spiegare l'incremento delle prestazioni di crescita osservato.

È noto infatti che fenomeni di tipo infiammatorio o patologico che coinvolgano l'assetto immunitario, e a cui i suinetti sono particolarmente soggetti nel post-svezzamento (Bontempo et al., 2014; Jiang et al., 2015a,b), siano in grado di sottrarre dai processi metabolici coinvolti nell'accrescimento parte dell'energia assunta con la dieta, portando ad una riduzione delle performance produttive (Daiwen et al., 2008).

Ad oggi tuttavia, le informazioni sugli effetti di Levucell SB o di altri composti a base di *S. cerevisiae* in combinazione con antibiotico e ZnO nei suinetti dopo lo svezzamento sono scarse.

I miglioramenti significativi ottenuti nel presente studio su alcune performance di crescita, suggeriscono un effetto combinato della somministrazione di lievito vivo *S. cerevisiae* var. *boulardii* con antibiotici e ZnO somministrati contemporaneamente, piuttosto che il loro impiego disgiunto, portando ad effetti positivi sulla crescita.

Risultati simili sono stati in precedenza evidenziati da van Heugten et al. (2003) i quali suggeriscono che la somministrazione di lieviti vivi può essere efficace nel migliorare le prestazioni del suino, quando le diete contengono antimicrobici promotori di crescita.

A supporto di un miglior equilibrio microbico intestinale e di un conseguente aumento dello stato di salute mediante un effetto sinergico di lievito, antibiotico e concomitante integrazione di ZnO, nel presente studio è stata riscontrata una minore incidenza di mortalità nel gruppo T1 rispetto agli animali C o T2.

Inoltre, la somministrazione di Levucell SB ai suinetti nel post svezzamento ha evidenziato performance di crescita comparabili all'impiego di antibiotici e ZnO nella razione: non sono state infatti riscontrate differenze significative per quanto riguarda l'incremento giornaliero medio e l'indice di conversione alimentare tra i gruppi C e T2, nonostante quest'ultimo non presentasse alcuna inclusione di farmaco a partire dalla seconda settimana di prova.

CONCLUSIONI

Il presente studio mostra che la somministrazione di Levucell SB nei suinetti in post svezzamento per 50 giorni consecutivi è in grado di aumentare le prestazioni di crescita degli animali stessi, senza effetti negativi sull'assunzione di alimento. Inoltre, la somministrazione di Levucell SB permette di ottenere una performance di crescita paragonabile a quella ottenuta dall'inclusione di antibiotici e ossido di zinco.

Saccharomyces cerevisiae var *bouardii* CNCM I-1079 risulta essere una buona soluzione per fare fronte alle situazioni critiche del post svezzamento: o aumentando le performance o aiutando a ridurre i trattamenti con medicinali. Così, questo ceppo di lievito vivo può diventare una soluzione tra le strategie nutrizionali in un contesto di riduzione dei mangimi medicati.

BIBLIOGRAFIA

- Auclair E. (2000). Yeast as an example of the mode of action of probiotics in monogastric and ruminant species. *Cahiers Options Méditerranéennes (CIHEAM)*. **54**, 45–53.
- Bontempo V., Jiang X.R., Cheli F., Lo Verso L., Mantovani G., Vitari F., Domeneghini C., Agazzi A. (2014). Administration of a novel plant extract product via drinking water to post-weaning piglets: effects on performance and gut health. *Animal*. **8**, 721–730.
- Bontempo V., Giancamillo A.D., Savoini G., Dell'Orto V., Domeneghini C. (2006). Live yeast dietary supplementation acts upon intestinal morpho-functional aspects and growth in weanling piglets. *Anim Feed Sci Tech*. **129**, 224–36.
- Brousseau J.P., Talbot G.F., Beaudoin K., Lauzon D.R., Lessard M. (2015). Effects of probiotics *Pediococcus acidilactici* strain MA18/5M and *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *bouardii* strain SB-CNCM I-1079 on fecal and intestinal microbiota of nursing and weanling piglets. *J. Anim. Sci*. **93**, 5313–5326.
- Daiwen C., Keying Z., Chunyan W. (2008). Influences of lipopolysaccharide-induced immune challenge on performance and whole-body protein turnover in weanling pigs. *Livest Sci*, **113**: 291-295.
- Fanelli A., Agazzi A., Alborali G.L., Pilotto A., Bontempo V., Dell'Orto V., Demey V., Caputo J.M., Savoini G. (2015). Prevalence reduction of pathogens in poultry fed with *Saccharomyces cerevisiae*. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*. **19**, 3-10.
- Jiang X.R., Awati A., Agazzi A., Vitari F., Ferrari A., Bento H., Crestani M., Domeneghini C., Bontempo V. (2015a). Effects of a blend of essential oils and an enzyme combination on nutrient digestibility, ileum histology and expression of inflammatory mediators in weaned piglets. *Animal* **9**, 417-426.
- Jiang X.R., Agazzi A., Awati A., Vitari F., Bento H., Ferrari A., Alborali G.L., Crestani

- M., Domeneghini C., Bontempo V. (2015b). Influence of a blend of essential oils and an enzyme combination on growth performance, microbial counts, ileum microscopic anatomy and the expression inflammatory mediators in weaned piglets following an *Escherichia coli* infection. *Anim Feed Sci and Techn.* 209, 219-229.
- King, E., Richard, P., Samson, A., Schetelat, E., Le Bon, M., Dodd, C.E.R., Chevaux, E., Baulez, M., Mellits, K.H. (2016). Influence of weaning and live yeast on faecal bacteria populations in pigs. *Journées de la Recherche Porcine*, 48, 131-132.
- Lessard M., Dupuis M., Gagnon N., Nadeau E., Matte J.J., Goulet J., Fairbrother J.M. (2009). Administration of *Pediococcus acidilactici* or *Saccharomyces cerevisiae boulardii* modulates development of porcine mucosal immunity and reduces intestinal bacterial translocation after *Escherichia coli* challenge. *J Anim Sci.* 87, 922–34
- Lipiński K., Chrostowski G., Matusevičius P., Skórko-Sajko H. (2012). The effect of diets supplemented with *Saccharomyces cerevisiae boulardii* probiotic yeast on the reproductive performance of pregnant and lactating sows. *Veterinarija Ir Zootechnika.* 59, 40-44.
- Musa H.H., Wu S.L., Zhu C.H., Seri H.I., Zhu G.Q. (2009). The potential benefits of probiotics in animal production and health. *J. Anim. Vet. Adv.* 8, 313–321.
- National Research Council (NRC) 2012. Nutrient requirements of swine, 11th revised edition. National Academic Press, Washington, DC, USA.
- Rosener D. (2012). Evaluation of the efficacy of a live yeast (Levucell SB) against porcine proliferative enteropathy (PPE or ileitis) in a challenge model. AASV 43rd Annual Meeting of the American Association Swine Veterinary: Integrating Science, Welfare, and Economics in Practice. March 10-13, Denver, Colorado.
- Van Heugten E., Funderburke D., Dorton K. (2003). Growth performance, nutrient digestibility, and fecal microflora in weanling pigs fed live yeast. *J Anim Sci.* 81, 1004–1012.