

## ВЛИЯНИЕ НА ХРАНЕНОТО ВЪРХУ РЕПРОДУКТИВНИТЕ ФУНКЦИИ НА МЛЕЧНИ КРАВИ

Василев, Н., Ч. Митева, С. Чобанова, Ж. Герговска, Ю. Митев  
*Тракийски университет, Стара Загора*

## INFLUENCE OF NUTRITION ON THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF DAIRY COWS

Vasilev, N., Tch. Miteva, S. Chobanova, Zh. Gergovska, J. Mitev  
*Trakia University, Stara Zagora*

### ABSTRACT

During the last years a trend of negative correlation between productivity and fertility of dairy cows were observed. The most important are the lack of forages or feeding with poor quality forages. The negative energy balance in early lactation is associated with recovery of the sexual cycle, reproductive determining and cow's fertility. In recent years, omega-3 and omega-6 fatty acids are paying attention; they are categorized as essential acids and are included in the dairy cow's ratio. A number of experiments with the addition of fats to the cow's ratio were carried out in which was registered a positive effect on the index of fertilization of dairy cows. The studies carried out showed that feeding of excessive amounts of protein degradable in the rumen has a negative effect on fertility manifested in delayed first estrus and ovulation, reduced fertilization rates of first insemination, extension of service period and the total fertility. Microelements deficiency leads to problems such as retained placenta, abortion and the little calf syndrome. The vitamins are essential for normal reproduction and productivity of dairy cows. Reproductive disorders caused by avitaminosis in cattle include delayed puberty, reduced libido during oestrus in females, low rate of fertilization, high embryo mortality, high perinatal mortality and congenital blindness.

*Key words: dairy cows, reproduction, nutrition, energy balance*

През последните години се наблюдава тенденция на отрицателна зависимост между продуктивността и заплодяемостта на млечните крави. Заплодяемостта при кравите и юниците през 1951 година е била 66%, през 1973 година се понижава до 50 % при кравите, а през 1985 достига 51%, докато при юниците се запазва. В същото време млечността се е повишила с 33% (**Butler and Smith, 1989**). Изтъква се, че редуцирането на заплодяемостта при млечните крави е един от най-важните фактори влияещи върху доходите на млекопроизводителите. Икономическите загуби от безплодието се получават вследствие удължаване на интервалите между ражданията, получаване на по-малко телета и мляко от крава, повишаване на разходите от попълване на основното стадо, полагане на допълнителен труд от персонала и ветеринарните специалисти, изразходване на семенна течност и консумативи. Наличието на продължителен период на ниска продуктивност или сухостоеен период с повишаване на телесната оценка преди раждане и намалена заплодяемост при последващото осеменяване (**Roche, 2006**).

Безплодието се причинява от въздействието на множество фактори и възможното разрешаване на тези проблеми на ниво ферма трябва да се обсъждат всеобхватно. Най-голямо значение има недостатъчното хранене или изхранването на недоброкачествени фуражи. В тази статия ще се дискутира влиянието на хранителните фактори, които са много важни за постигане на добра заплодяемост на млечните крави. Осигуряването на пълноценно хранене през отделните периоди гарантира запазване на хормоналната активност на необходимото ниво. Намалването или липсата на есенциалните хранителни вещества в дажбата се отразява отрицателно върху ендокринната регулация (**Milligan et al., 2006a**). При

продължително неблагоприятно въздействие се получават смущения в продукцията и отделянето на непълноценни яйцеклетки, забавена или неосъществена овулация, ранна ембрионална смъртност, а по-късно и необратими патологоанатомични промени в яйчниците.

### Енергиен баланс и репродукция

Високата потребност на кравата от глюкоза след раждането, както за образуването на мляко (лактоза), така и за централната нервна система води до ситуация на конкурентност, при която се подтискат преди всичко половите функции. Отрицателната зависимост между продуктивност и заплождане по своята същност е проблем за осигуряване на енергия чрез пълноценно хранене на млечните крави.

Отрицателният енергиен баланс в началото на лактацията (ранна лактацията) е свързан с възстановяване на половия цикъл, репродуктивното определяне и заплождането на кравите (**Roche et al.**, 2000). При млечните крави първите фоликули се явяват около 5-я ден след раждането, като за сравнително къс период фоликулната вълна се характеризира с формиране на доминантен фоликул с диаметър  $\geq 9$  mm след 12-я ден от раждането (**Huszczencicza et al.**, 2008; **Opsumer et al.**, 1996; **Schwarz et al.**, 1999). Първата овулация настъпва в периода 15-27 дни след раждането, но в повечето случаи не е съпроводена с типичните признаци на еструс (**Rupstad et al.**, 1989). Пълноценен еструс с овулация и характерните признаци обикновено се проявяват при третата или четвъртата фоликулна вълна след раждането (**Adums et al.**, 2008). При кравите с лошо телесно състояние първата овулация след раждането може да настъпи след десетки фоликулни вълни и животните не проявяват половоциклична дейност за дълъг период от време (**Stugg et al.**, 1995).

Физиологичната основа на тази връзка се изразява в намаляване пулсативната честота на LH, редуциране кръвните концентрации на инсулина и IGF-1, намалена продукция на естрадиол от развиващите се фоликули в яйчниците през времето на негативен енергиен баланс и възможни вредни ефекти от метаболизма на неестерифицираните мастни киселини и бета хидроксibuтирата заедно с ниски стойности на глюкоза по време на развитието на ооцитите (**Leroy et al.**, 2005; 2006). Понижената заплодяемост в даден период е трудно да се докаже, че се дължи на отрицателния енергиен баланс. За това най-често индиректно се съди чрез определяне загубата на телесната маса, израз на което дава оценката на телесното състояние (ОТС) (**Buckley et al.**, 2003). Важна част от хранителният мениджмънт на млечните крави е постигането на оптимално репродуктивно определяне и заплождане, които са ограничени от степента и продължителността на въздействие на отрицателния енергиен баланс в началото на лактацията. Един от фундаменталните аспекти на профилактиката от загубата на телесна маса в началото на лактацията е да се създадат необходимите условия на кравата през сухостойния период и преди раждането. Много автори установяват, че повишената телесна оценка преди раждането води до повишена загуба на телесна маса през следващата лактация (**Garnswortry and Webb**, 1999; **Dechow et al.**, 2002). **Mayne et al.**, 2002 съобщават, че в млечни стада, при които в сухостойния период телесната оценка е била висока, заплодяемостта през следващата лактация е била значително намалена. Тези изводи не са били изненада защото, от 25 години се знае, че кравите с висока телесна оценка преди раждането имат намален прием на храна през ранната лактация (**Garnswortry and Topps**, 1982).

Таблица 1. Някои известни асоциации между отрицателния енергиен баланс и репродукцията (Scaramuzzi et al., 2006)

Метаболитен етап	Метаболитни последиствия	Ефект върху репродукцията
Отрицателен енергиен баланс	Загуба на тегло Изчерпване запасите от мазнини Хипогликемия Ниски стойности на лептина Подтискане на IGF система Повишаване стойностите на уреята	Подтискане на секрецията от хипоталамуса Липса на пулсации Подтискане на фоликулоге незата Ановулация Анеструс Забавен пубертет

Важно е също да се отбележи, че кравите през ранна лактация могат да изпитват прекален отрицателен енергиен баланс в случаи, когато телесното състояние преди раждането не е било високо. Тези случаи могат да възникнат при изхранване на силаж с ниско качество или просто защото генетичния потенциал за висока млечност в стадото е в противоречие с избраната дажба и това води до наднормен, виртуално неизбежен отрицателен енергиен баланс. Установяването на наднормен отрицателен енергиен баланс се основава на факта, че са били регистрирани наднормени стойности на неестерифицираните мастни киселини в плазма на крави в началото на лактацията (през ранна лактация) (Milligan et al., 2007). От друга страна нивата на загубите на телесна маса са били прекомерно високи. В тези стада същевременно е установен и висок индекс на осеменяване и заплождане. Съществуват две възможности, които могат да коригират отрицателния енергиен баланс и да подобрят последващото заплождане на млечните крави. Първата се изразява в оптимизиране приема на храна през ранната лактация за да се отстрани наднормения отрицателен енергиен баланс и да се поддържа приемлива заплодяемост. Mayne et al., (2002) установяват, че в стадата с висок прием на храна, съдържаща обменна (метаболитна) енергия и сухо вещество през първите 100 дни след раждане се постига добра заплодяемост. Втората гледна точка е изхранването на концентратна смеска. Положителният ефект се потвърждава от значително по-малките загуби на телесна маса от млечните крави след раждане (Hogan et al., 2005). Съществува и мнението, че не при всички случаи даването на концентратна смеска през ранна лактация води до подобряване на отрицателния енергиен баланс и заплождането (Milligan et al., 2006b). Налице са широки вариации в съдържанието на протеин и енергия при различните концентратни смеси, както и типа на енергията и протеина добавени или не, а също и използването на подходящи буфери, закваски и пробиотици (живи дрожди и бактерии). Някои от тези фактори имат важно значение за млечната продуктивност, отрицателния енергиен баланс и заплождането. Изхранването на концентрат във високи нива през ранна лактация не повишава заплодяемостта от първо осеменяване, но води до добра заплодяемост след второ осеменяване (Diskin et al., 2006). Това е важно за храненето като се има в предвид, че от 50% до 70% от кравите във фермите са представени за второ и последващи осеменявания.

#### Тип на енергийно хранене и репродукция

Налични са много публикации, които показват, че типа на енергийно хранене има значително влияние върху заплодяемостта на млечните крави. Изхранването на дажба, която осигурява достатъчно пропионова киселина при ферментацията в предстомашията и резорбция на глюкоза от червата, оказва благоприятно влияние върху заплодяемостта (Rizos et al., 2004). В допълнение при други проучвания се установява, че изхранването на такива дажди води до подобряване на заплодяемостта на млечните крави (Gong et al., 2002).

Провеждайки опити с изхранване на гликогенна дажба **Beever (2006)** заключава, че мобилизацията от мастните депа е сравнително по-малка в сравнение с изхранването на дажби съдържащи високи нива на протеин или мазнини.

При млечните крави хранени в началото на лактацията (в ранна лактация) с дажба, съдържаща зелени тревни или житни растения, добавянето на гликогенни съставки е ограничено, особено съдържащи скорбяла поради факта, че се намалява желаното рН на търбуха. Разбира се това може да бъде избегнато чрез дозиране на скорбялата, влакнините и влагането на подходящи буфери. Прилагането на добавка, като пропилен гликол е показана за промяна индекса на липидната мобилизация. По този начин се повишават кръвните стойности на инсулина и IGF-1, намалява се липидния индекс, но не се подобрява заплодяемостта (**Milligan et al., 2006a**).

През последните години на омега-3 и омега-6 мастните киселини се обръща особено внимание, те са категоризирани като есенциални киселини и се включват в дажбата на млечните крави. Проведени са редица експерименти с добавяне в дажбата на мазнини, при които се регистрира положителен ефект по отношение индекса на заплождане на млечните крави (**Staples et al., 1998**). В много проведени опити се е ползвала добавка съдържаща палмова мазнина и калциеви соли вследствие на което се отчита подобряване на заплодяемостта след първо осеменяване в сравнение с контролните животни. Но не е регистриран ефект върху общия процент на бременност (**McNamara et al., 2003**). При някои проучвания е установен и нежелан ефект върху заплодяемостта при опитните млечни крави (**Gardener et al., 1999**), особено при изхранване на омега-6 мастни киселини е установено повишени концентрации на PgF<sub>2</sub> в кръвта на опитните животни. При изхранване на дажба съдържаща омега-3 мастни киселини е регистриран нисък процент на ембрионални загуби (9.8%) до 32-я ден след осеменяването в сравнение с групата получавала с храната омега-6 мастни киселини, съответно 27.3% (**Ambrose et al., 2006**).

Съществуват няколко възможни механизми чрез които при добавяне на полиненаситени мастни киселини в дажбата на млечните крави се подобрява заплодяемостта им (**Staples et al., 1998**). Това се осъществява чрез икономичен ефект на глюкоза от млечната жлеза, който може да повиши концентрациите на глюкоза в кръвта. Посредством това повишение се реализира положителен ефект върху отделянето на LH. От друга страна се повишават кръвните концентрации на холестерола, който е прекурсор на прогестерона. По този начин се подтиква синтеза на простагландини и 17-β естрадиола, което довежда до подобряване живота на жълтото тяло и се потенцира преживяемостта на ембриона. В подкрепа на тази хипотеза **Petit and Twagirumungu (2006)** установяват, че при добавяне в дажбата на линоленова киселина и омега 3-ненаситени мастни киселини се постига значително намаляване процента на ранна ембрионална смъртност в сравнение с други групи добавки съдържащи мазнини. Това е в унисон и с други публикувани резултати, които показват, че мастните киселини от омега-3 групата намаляват овариалния и ендометриален синтез на простагландини и довеждат до намаляне на ембрионалната смъртност (**Mattos et al., 2004**).

### **Белтъчно хранене и репродукция**

Когато се дискутира влиянието на протеина в дажбата върху заплодяемостта на млечните крави е необходимо да се направи разграничаване между протеина разграждащ се в търбуха (ПРТ), който е основно приемания протеин и се разгражда до амоняк (и други небелтъчни протеинови азотни продукти) в търбуха. Метаболитният протеин има два произхода – истински смилаем от микрофлората на търбуха (микробиален протеин) и истински смилаем от храната, заобикалящ търбуха (бай пас) или протеин неразграждащ се в търбуха (ПНТ). Това разграничаване е необходимо за да се направи баланс (между относително доставените чрез дажбата и необходимите) протеинови фракции, които имат

различен ефект върху заплодяемостта на млечните крави. Има достатъчно извършени проучвания, които показват че изхранването на наднормени количества от протеин разграждащ се в търбуха има отрицателен ефект върху заплодяемостта, изразяващ се в забавяне на първия еструс и овулация, намаляване процента на заплождане от първо осеменяване, удължаване на сервис периода и общата заплодеяемост (**Tamminga**, 2006). Съществуват няколко възможни механизми за отстраняване на този негативен ефект включително влошаването на отрицателния енергиен баланс на крави хранени с дажби с високо съдържание на ПРТ в сравнение с тези хранени с високо съдържание на протеин неразграждащ се в търбуха (**Westwood et al.**, 2000), както и премахване отрицателния ефект на амонияка и уреята върху ооцитите и ембрионалното развитие (**Ocon and Hansen**, 2003; **Rhoads et al.**, 2006).

### Значение на микроелементите и витамините за репродукцията

Съществуват много публикации относно негативното влияние на непълноценните дажби по отношение на микроелементи върху здравословното състояние на кравите през преходния период, имунната система и заплодеяемостта (**Hemmingway**, 2003; **Black and French**, 2004). Недостигът на микроелементи води до проблеми, като задържане на плацентата (**Gupta et al.**, 2005), аборти (**Mee**, 2004) и синдром на малкото теле (**Logan et al.**, 1990). При обследване на ферми с висок процент на задържане на плацентата, млечна треска и вагинални изтечения **Husband** (2006) установява че те се дължат основно на недостиг на селен и йод.

Таблица 2. Ролята на микроелементите и витамините в репродукцията (**Smith et al.**, 2000)

Микроелементи и витамини	Метаболитна функция	Последствия от недостига
Витамин А	Стероидогенеза, ембрионално развитие	Забавен пубертет, намалено либидо, нисък процент на заплождане, ембрионална смъртност
Витамин Е	Интраклетъчен детоксикиращ радикал	Задържане на плацентата, Ниска концентрация на сперматозоиди
Селен	Кофактор на глутатион пероксидазата	Недостатъчни маточни контракции, Цисти в яйчниците, Нисък процент на заплождане, Задържане на плацентата
Мед	Участва в състава на ензимите, катализата при стероидогенезата и синтеза на простагландини	Нисък процент на заплождане, Забавяне, подтискане на еструса, Резорбция на фетуса, аборти
Цинк	Съставна част на много ензими, Синтез на протеини	Намалена заплодеяемост, Малки плодове, Малформации,

Витамините имат изключително значение за нормалната продуктивност и репродукция на млечните крави. Недостигът на витамин А повлиява директно функциите на хипофизата, яйчниците и матката. Репродуктивните заболявания предизвикани от авитаминоза А при едрите преживни животни включват забавен пубертет, намалено либидо по време на еструс при женските животни, нисък процент на заплождане, висока ембрионална смъртност, висока перинатална смъртност и вродена слепота (**Schweigert and Zunker**, 1988).

Недоимъчните състояние по отношение на Витамин Е и селен предизвикват негативен ефект върху синтеза на стероидите (Staats et al., 1988), простагландините (Hemler and Lands, 1980), процента на овулация (Harrison and Conrad, 1984), заплодяемост след раждането (Arechiga et al., 1994), развитието на ембриона и задържането на плацентата (Wichtell et al., 1996).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Adums, G.P., R. Jaisval, J. Singh, P. Malhi**, 2008. Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. *Theriogenology*, 69, 72-80
2. **Ambrose, D.J., J.P. Kasteoli, R. Corbett, P. A. Pitney, H.V. Petit, J.D.Small, P. Zalkovic**. 2006. Lower pregnancy losses in lacting dairy cows fed a diet enriched in  $\alpha$ -linolenic acid. *J. Dairy Sci.* 89:3066.
3. **Arechiga, C.F., O. Ortiz, P.J. Hansen**, 1994. Effect of prepartum injection of vitamin E and selenium on postpartum reproductive function of dairy cattle. *Theriogenology*, 41, 1251-1258.
4. **Beever, D.E.**, 2006. The impact of controlled nutrition during the dry period on dairy cow health, fertility and performance. *Animal Reproduction Science* 96:212-226.
5. **Black, H. D., N. P. French**, 2004. Effects of free types of trace element supplementation on the fertility of three commercial dairy herds. *Veterinary Record*, 154, 652-658.
6. **Buckley, F., K. O'Sullivan, J. E. Mee, R.D. Evans, P. Dillon**, 2003. Relationships among milk yield, body condition, cow weight and reproduction in spring-calved Holstein-Friesians. *J. Dairy Sci.*, 86: 2308-2319.
7. **Butler, S.T., R.D. Smith**, 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 72, 767-783.
8. **Dechow, M.C., G.W. Rogers, J.S. Clay**, 2002. Heritabilities and correlation among body condition score loss, body condition score, production and reproductive performance. *J. Dairy Sci.*, 85:3062-3070.
9. **Diskin, M.G., J.J. Murphy, J.M. Sreenan**, 2006. Embryo survival in dairy cows managed under pastoral condition. *Animal Reproduction Science*, 96: 297-311.
10. **Gardener, N.H., C.K. Reynolds, R.H. Phipps, A.K. Iones, D.E. Beever**, 1999. Effects of different diet supplements in the pre- and postpartum period on reproductive performance in the dairy cow. In Diskin, M.G. (Ed) *Fertility of the high producing cow*. BSAS, Occasional Symposium №26 (1) 313-322.
11. **Garnsworthy, P.C., J.H. Topps**, 1982. The effects of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets. *Animal Production*, 35:113.
12. **Garnsworthy, P.C., R. Webb**, 1999. The influence of nutrition on fertility in dairy cows. *Recent development in ruminant nutrition*. Nottingham University Press 4: 499-516.
13. **Gong, J.G., W.J. Leo, F.C. Caruswourthy, R. Wehh**, 2002. Effect of dietary-induced increases in circulating insulin concentrations during the early postpartum period on reproductive function in dairy cows. *Reproduction*, 123, 419-427.
14. **Gupta, S., H.K. Gupta, J. Soni**, 2005. Effect of vitamin E and selenium supplementation on concentration of plasma cortisol and erythrocyte lipid peroxides and the incidence of retained fetal membranes in crossbred dairy cattle. *Theriogenology*, 64,1273-1286.
15. **Harrison, J.H., H.R. Conrad**, 1984. Effect of selenium intake of selenium utilization by the nonlactating dairy cow. *Journal of Dairy Science*, 69, 219-223.
16. **Hemmingway, R.G.**, 2003. The influences of dietary intakes and supplementation with selenium and vitamin E on reproduction diseases and reproductive efficiency in cattle and sheep. *Vet. Res. Commun.* 27, (2), 159-174.
17. **Hemler, M.E., W. E. M. Lands**, 1980. Evidence of peroxide initiated free radical mechanism of prostaglandin biosynthesis. *Journal of Biological Chemistry*. 225, 6253-6261.

18. **Horan, B., P. Dillon, P. Faverdin, L. Delahy, E. Buckley, M. Rath**, 2005. The interaction of strain of Holstein-Friesian cows and pasture based feed systems on milk yield, body weight and body condition score. *J. Dairy Sci.*, 88, 1231-1243.
19. **Husband, I.**, 2006. Retained fetal membranes and vulvar discharges in a dairy herd. *UK Vet.*, 11, (1), 39-42.
20. **Huszczencza, G., M. Keresztes, O. Balagn, V. Faigl, L. Katai, J. Foldi, K. LEMONIATI, M. Kulcsar**, 2008. Peri-parturient changes of metabolic hormones and their clinical and reproductive relevance in dairy cows. *Magyar Allatorvosok. LAPIA*, (Suppl. 1), 45-51.
21. **Leroy, J.I., T. Vanholder, B. Mateusen, A. Christophe, G. Opsumer, A. de Kruif, G. Genicut, A. Van Soon**, 2005. Non-esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on development capacity of bovine oocytes in vitro. *Reproduction*, 485-495.
22. **Leroy, J.I., T. Vanholder, G. Opsumer, A. Van Soon, A. de Kruif**, 2006. The in vitro development of bovine oocytes after maturation in glucose and beta-hydroxybutyrate concentrations associated with negative energy balance in dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*. 41, (2), 119-123.
23. **Logan, F.F., D.A. Rice, J.A. Smyth, W.A. Ellis**, 1990. Weak calf syndrome and parenteral selenium supplementation. *Veterinary Records*, 126, 163-164.
24. **Mattos, C.S., C.R. Staples, A. Arteché, M.C. Wulbank, F.J. Diaz, T.C. Jenkins, W.W. Thatcher**, 2004. The effects of feeding fish oil uterine secretion of PGF $2\alpha$ , milk composition, and metabolic status of prepartum Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 87, 921-932.
25. **Mayne, C.S., M.A. McCoy, S.D. Lennox, D.R. Makcey, M. Verner, D.C. Catney, W.J. McCaughey, A.R.G. Wylie, B.W. Kennedy, E.J. Gordon**, 2002. Fertility of dairy cows in Northern Ireland. *Veterinary Record.*, 150, 707-713.
26. **McNamara, S., T. Butler, D.F. Ryan, J.F. Mee, P. Dillon, E.P. O'Mara, S.T. Butler, D. Anglesey, M. Rath, J.J. Murphy**, 2003. Effect of offering rumen protected fat supplements on fertility performance in spring-calving Holstein-Friesian cows. *Animal Reproduction Science*. 79, 45-56.
27. **Mee, J.F.**, 2004. Bovine periparturient micronutrient associated disorders. In; *Proceeding of the National Cattle Association of Veterinary Ireland Conference*, 65-84.
28. **Milligan, F.J., L. O'Grady, V. P. L. Ganh, D.A. Rice, M.L. Doherty**, 2007. Nutrition and Fertility in dairy cows. *Irish Veterinary Journal*, 60, (5), 311-316.
29. **Milligan, F.J., L. O'Grady, D.A. Rice, M.L. Doherty**, 2006a. A herds health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. *Animal Reproduction Science*. 96, 351-353.
30. **Milligan, F.J., L. O'Grady, D.A. Rice, M.L. Doherty**, 2006b. Production diseases of the transition cow: body condition score and energy balance. *Irish Veterinary Journal*, 59, (9), 505-510.
31. **Ocon, O.M., F.J. Hansen**, 2003. Disruption of bovine oocytes and preimplantation embryos by urea and acid pH. *J. Dairy Sci.* 86, 1197-1200.
32. **Opsumer, G., P. Myten, M. Coryn, A. de Kruif**, 1996. Post-partum anoestrus in dairy cows: a review. *Vet. Quart.* 18, 68-785.
33. **Petit, H.V., H. Twagiramungu**, 2006. Conception rate and reproductive function of dairy cows fed different fat sources. *Theriogenology*, 66, 1316-1324.
34. **Rhoads, M.I., R.P. Rhoads, R.O. Gilbert, R. Toole, W.R. Butler**, 2006. Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 91, 1-10.
35. **Roche, J.F., D. Mackley, M.D. Diskin**, 2000. Reproductive management of postpartum cows. *Animal Reproduction Science*. 60-61, 703-712.
36. **Roche, J.F.** 2006. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science*. 96, 282-296.

37. **Rizos, D., W. Griffin, P. Duffy, C. Quinn, F.J. Malligan, J.F. Roche, M.P. Boland, P. Lonergan**, 2004. The effect of feeding propylene glycol in dairy cows during the early post-partum on insulin concentration and the relationship with oocyte development competence. *Reproduction Fertility and Development*. 16, (1,2), 262.
38. **Rupstad, E., H.J. Larsen, A.O. Refsdal**, 1989. Immune function in dairy cows related to energy balance and metabolic status in early lactation. *Acta Vet. Scand.* 30, 209-219.
39. **Scaramuzzi, R. J., B.K. Campbell, J. A. Dauning, N.R. Kendall, M. Khalid, A. Somehir**, 2006. A review of the effects of supplementary nutrition on the concentrations of reproductive and metabolite hormones and the mechanism that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction Nutrition Development*, 46, 339-354.
40. **Schwarz, T., D. Zieba**, 1999. New concepts concerning growth and selection of ovarium follicles in ruminants. *Medycyna Wet.* 55, 163-166.
41. **Schweigert, F.J., K. Zunker**, 1988. Concentration of vitamin A, beta-carotene and vitamin E in individual bovine follicles of different quality. *Journal of Reproduction and Fertility*, 82, 575-579.
42. **Smith, O.B., O.D. Akinbamijo**, 2000. Micronutrients and reproduction of farm animals. *Animal Reproduction of Science*, 60-61, 549-560.
43. **Staats, D. A., D.P. Lohr, H.D. Colby**, 1988. Effects of tocopherol depletion on the regional differences in adrenal microsomal lipid peroxidation and steroid metabolism. *Endocrinology*, 127, 975-980.
44. **Staples, C.R., J.M. Burke, W.W. Thatcher**, 1998. Influence of supplemental fats in reproductive tissues of performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81, 856-871.
45. **Stagg, K., L.J. Spicer, J.M. Srenan, J.F. Roche, M.G. Diskin**, 1995. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels post partum. *Biol. Reprod.*, 59, 777-783.
46. **Tamminga, S.** 2006. The effect of supply of rumen degradable protein and metabolisable protein on negative energy balance and fertility in dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 96, 227-239.
47. **Westwood, C.T., I.J. Lean, J.K. Garvan, P. Wynn**, 2000. Effects of genetics merit and dietary protein degradability on lactating cows. *J. Dairy Sci.* 85, 3225-3237.
48. **Wichtell, J.J., A.L. Craigie, K.G. Thompson, N.B. Williams**, 1996. Effect of selenium and A-tocopherol supplementation on postpartum reproductive function of dairy heifers at pasture. *Theriogenology*, 46, 451-502.