

Р. Р. БАЙТАСАЎ, Г. З. АБАКУМАЎ, В. К. ПЕСЦИС

САПРАПЕЛЬ — ПРЫРОДНЫ АНТЫАКСІДАНТ

Тлушчы маюць важнае значэнне ў кармленні жывёлы. Яны адыгрываюць рашаючую ролю рэгулятараў абмену рэчываў, дэпаніруюць энергію, выконваюць ахоўную функцыю, з'яўляюцца растваральнікамі і пераносчыкамі вітамінаў, гармонаў, простагландынаў, а таксама важнай складанай часткай нервовай тканкі.

Вывучэнне пытанняў выкарыстання тлушчаў у кармленні жывёлы дало магчымасць вызначыць, што калі рацыёны збалансаваны па ўсіх кампанентах — пратэіне, вітамінах, мінеральных і іншых рэчывах, то нават нязначнае павелічэнне колькасці тлушчу ў кармавых рацыёнах прыкметна павышае сярэднясутачныя прыросты жывой масы і істотна паляпшае аплату корму ў параўнанні з жывёламі, у рацыён якіх не ўваходзілі тлушчавыя дабаўкі. Пры працяглым захоўванні тлушчу ён набывае ёлкасць. Пры гэтым утвараюцца перакіслыя злучэнні, а потым свабодныя радыкалы, што выклікае дэфіцыт тлушчарастваральных вітамінаў.

У кармавых сумесях тлушчы акісляюцца больш хутка з прычыны шматразовага павелічэння плошчы кантакту іх з кіслародам паветра. Так, пры дабаўленні ў рацыён 5% тлушчу паверхня яго ўзаемадзеяння з паветрам павялічваецца ў 2400—24 000 разоў. Здрабненне зерня прыкметна паскарае акісленне наяўнага ў ім тлушчу.

Для папярэджання акіслення ў жывёльных тлушчы, мяса-касявую і рыбную муку ўносяць сінтэтычныя антыаксіданты, часцей за ўсё сантахін, іанол, дылудзін і інш. Аднак гэтыя антыаксідантныя дабаўкі не заўсёды даступныя, маюць высокі кошт і малую эфектыўнасць ва ўмовах высокай ступені акіслення тлушчаў, што часта сустракаецца ў практыцы.

Намі праведзены даследаванні па выкарыстанні сапрапелю ў якасці дабаўкі, якая звязвае тлушчы і інгібіруе іх акісленне. Раней на кафедрях кармлення і фізіялогіі сельскагаспадарчай жывёлы Гродзенскага СГІ было вызначана, што сапрапель робіць антыакісляльнае дзеянне на карацін у травяноў муце.

Сапрапель — асадак, які ўтвараецца на дне прэснаводных вадаёмаў (азёраў, балот) з найдрабнейшых рэшткаў жывёльных і раслінных арганізмаў. Сапрапель валодае высокай біялагічнай актыўнасцю. Кармавыя дабаўкі на яго аснове робяць лячэбнае дзеянне на жывёл, павышаюць рэзістэнтнасць апошніх да хваробаў, што прыводзіць да росту іх прадукцыйнасці.

У літаратуры існуюць даныя пра тое, што ў прадуктах нітрабензолнага акіслення гумінавых кіслот сапрапеляў усіх тыпаў выяўлены ванілін, бэзавы альдэгід, парааксібензальдэгід і інш. Гэтыя рэчывы могуць ініцыяваць рэакцыі перакіснага акіслення ліпідаў (ПАЛ). У сапрапелях ёсць свабодныя радыкалы. У карбанатным сапрапелі змяшчаюцца рухомыя формы жалеза (% ад сухога рэчыва): FeO — 0,9, Fe_2O_3 — 0,8 [6].

Іоны двухвалентнага жалеза актыўваюць ПАЛ [2]. Вызначана таксама, што пры актывацыі працэсу ПАЛ іонамі Fe^{2+} прысутнасць іонаў Fe^{3+} паскарае рэакцыі ПАЛ, прычым максімальная хуткасць рэакцыі назіраецца пры суадносінах $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$, роўных адзінцы. У той жа час самі іоны Fe^{3+} акіслення не дапускаюць [3].

Прамарожванне сапрапелю нават да нязначных тэмператур (-2°C) выклікае разбурэнне карбанату двухвалентнага жалеза з утварэннем дробнаагрэгаванага рэнтгенааморфнага гетыту, у якім жалеза знаходзіцца ў трохвалентнай форме [6].

Матэрыял і метадыка даследаванняў. У даследаваннях выкарыстоўвалі тлушч кармавы жывёльны (ТКЖ) 1-га і 2-га гатункаў, выраблены на Гродзенскім мясакамбінаце, і сапрапель карбанатнага тыпу з возера Антвозера Гродзенскага раёна. Даследавалі сапрапель, высушаны да 25%-най вільготнасці, без папярэдняга прамарожвання, а таксама сапрапель, прамарожаны ў прыродных зімовых умовах, з вільготнасцю 60% і сапрапель, папярэдне прамарожаны і высушаны да 25%-най вільготнасці. У даследаваных пробах вызначалі перакіслы і кіслотны лікі ў дынаміцы па ДАСТ 8285-74 [5]. Паралельна ацэньвалі інтэнсіўнасць працэсу ПАЛ хемілюмінесцэнтным метадам [2] на хемілюмінаметры ХЛМ 1 Ц-01, які працуе ў рэжыме лічэння фатонаў.

Кювета аб'ёмам 10 мл змяшчала 0,5 мл даследуемага рэчыва (тлушч або тлушч+сапрапель або сапрапель) у буферы (105 мМ КСІ 20 мМ KH_2PO_4 , рН 7,45) пры суадносінах адна частка даследуемага рэчыва (па вазе) і тры часткі буфера (па аб'ёме). Пасля папярэдняй інкубацыі (20 мін, 37 °С) рэгістравалі спантанную хемілюмінесцэнцыю, а пасля дабаўлення FeSO_4 (канцавая канцэнтрацыя Fe^{2+} — $5 \cdot 10^{-4}$ М) — «хуткую» ўспышку свячэння (ХУ), якая адлюстроўвае колькасць гідраперакісаў ліпідаў. Антыаксідантную актыўнасць у доследных сумесях вывучалі ў стандартнай аднафазнай сістэме (0,14%-ны раствор акісленай алеінавай кіслаты ў спірце). Да 10 мл раствору дабаўлялі даследуемыя рэчывы па 0,5 мл. Антыаксідантную актыўнасць разлічвалі па формуле [1].

Вынікі даследаванняў. Антыаксідантная актыўнасць (АаА) сапрапелю, які не прамарожваўся і быў высушаны да 25%-най вільготнасці, надзвычай высокая (32,5—34,8%). Вызначэнне кіслотнага ліку ў дынаміцы цітраметрычна паказала, што пры змешванні тлушчу 2-га гатунку з сапрапелем кіслотны лік сумесі зніжаецца ў параўнанні з чыстым тлушчам. Пры гэтым чым больш уведзена сапрапелю ў тлушч (па масе), тым меншы кіслотны лік. Праз 30—35 дзён захоўвання кіслотны лік у пробах ТКЖ+сапрапель 10, 20, 30, 40, 50% склаў адпаведна 17,8, 14,5, 13,8, 12,0, 10,4 мг КОН, у той час як у пробе тлушч+0,025% сантахіну — 30,1 мг КОН. Пры далейшым захоўванні кіслотны лік працягваў расці ва ўсіх даследаваных пробах, аднак у пробах тлушч+сапрапель больш павольна, чым у выпадку тлушч+сантахін.

Перакісны лік, вызначаемы цітраметрычна, пры змешванні тлушчу 1-га гатунку з непрамарожаным высушаным сапрапелем рэзка павялічваецца. Пры гэтым адзначаецца тэндэнцыя: чым больш сапрапелю ў сумесі, тым больш высокі перакісны лік. Колькасць перакісаў у сумесі ТКЖ+50% сапрапелю (па масе) дасягае максімуму праз 70 дзён захоўвання (2,5% І), у сумесі ТКЖ+10% сапрапелю — праз 100 дзён (4,0% І). Тлушч з сантахінам робіцца сапсаваным праз 65 дзён (па ДАСТ 17483-72). Перакісны лік дасягае пры гэтым велічыні 0,13% І.

Змешванне акісленага тлушчу (перакісны лік 0,13 І, кіслотны лік 37,6 мг КОН) з папярэдне прамарожаным у прыродных умовах сапрапелем 60%-най вільготнасці паказала, што кіслотны лік, які ў папярэднім выпадку, спачатку зніжаецца, а потым паступова павялічваецца.

Перакісны лік пры змешванні тлушчу з 10, 20, 30, 40, 50% прамарожанага сапрапелю 60%-най вільготнасці за двухмесячны перыяд даследавання практычна не змяніўся. Так, у сумесі тлушчу з 10% сапрапелю ён складаў праз 22 дні захоўвання (пры t —20—25 °С) 0,15% І, праз 50 дзён — 0,15, з 20% сапрапелю — адпаведна 0,22 і 0,23% І, з 30% — 0,38 і 0,38, з 40% — 0,25 і 0,25, з 50% сапрапелю — 0,32 і 0,35, тлушч+сантахін — 0,13 і 0,14% І.

Узровень перакісаў (БВ, імп/с) і антыаксідантную актыўнасць (АаА) вызначалі на хемілюміметры ХЛМ 1 Ц-01 на 39, 46, 51 і 65-ы дні захоўвання даследуемых проб. Узровень перакісаў пры першым даследаванні склаў у сумесі тлушчу з 10% сапрапелю 75,6, пры апошнім вызначэнні — 84,2, з 20% сапрапелю — адпаведна 52,2 і 50,3, з 30% — 33,2 і 35,6, з 40% — 75,8 і 80,0 і з 50% сапрапелю — 44,7 і 44,5, тлушч+сантахін — 60,1 і 66,6. Адзначана тэндэнцыя да павелічэння ўзроўню перакісаў у сумесі ТКЖ+10 і 40% сапрапелю і тлушч+сантахін — найбольшая.

Антыаксідантная актыўнасць сумесі тлушчу з 10% прамарожанага сапрапелю 60%-най вільготнасці склала (пры першым і апошнім вызначэнні) адпаведна 22,1 і 21,8%, з 20% сапрапелю — 27,4 і 28,6, з 30% — 40,1 і 42,1, з 40% — 20,0 і 20,9 і з 50% сапрапелю — 27,2 і 30,0%, тлушч+сантахін — 19,2 і 21,2%.

Змешванне папярэдне прамарожанага і высушанага да 25%-най вільготнасці сапрапелю з тлушчам паказала, што ўзровень перакісаў у

сумесі тлушч 80% + сапрапель 20% не павялічыўся і складаў на 39-ы і 65-ы дні захоўвання адпаведна (БВ, імп/с) 50,0 і 50,0. У сумесі тлушч 50% + сапрапель 50% ён некалькі павялічыўся і складаў адпаведна 44,0 і 46,3. Яшчэ больш узрос узровень перакісаў у тлушчы з сантахінам — адпаведна 60,1, 62,2, 65,4 і 66,6 за чатыры вызначэнні. Антыаксідантная актыўнасць за гэты перыяд ва ўсіх даследаваных пробах практычна не змянілася і склала ў сумесі тлушчу з 20% сапрапелю адпаведна 19,2, 22,4, 20,0 і 24,0%, з 50% сапрапелю — адпаведна 23,2, 24,0, 23,7 і 25,5, тлушчу з сантахінам — 19,2, 22,4, 20,0 і 21,2% за чатыры вызначэнні.

Перакісны лік (% I), які вызначаўся цітраметрычна за даследаваны перыяд, таксама практычна не змяніўся. Даныя па вызначэнні кіслотнага ліку (мг КОН) пацвярджаюць вынікі, што былі атрыманы ў папярэдніх доследах.

Перакісы ў сапрапелях выяўляюцца цітраметрычным і хемілюмінесцэнтным метадамі. Аднак высокі перакісны лік сапрапелю (0,51% I), вызначаны цітраметрычна, наўрад ці адлюстроўвае сапраўдную колькасць у ім перакісаў ліпідаў.

Зробім самы прсты разлік. Выкажам меркаванне, што ўзровень перакісаў ліпідаў у тлушчы, вызначаны хемілюмінесцэнтным метадам, роўны ў сярэднім 61,15 імп/с і адпавядае перакіснаму ліку 0,13% I, вызначанаму цітраметрычна. Складзём прапорцыю

$$61,15 - 0,13$$

$$1 - x$$

і выведзем каэфіцыент $x = 0,13/61,15 \approx 0,0021$. Гэты каэфіцыент досыць умоўны з прычыны малалікасці даных, пакладзеных у аснову яго вывядзення, аднак для зручнасці яго можна выкарыстаць у разліках.

З дапамогай каэфіцыента можна пералічыць усе даныя па перакісным ліку. Разліковы перакісны лік сапрапелю 0,09% I ($44,6 \times 0,0021 = 0,09$). Перакісны лік сумесі тлушч 50% + сапрапель 50% 60%-най вільготнасці, вызначаны аналагічным чынам, роўны 0,1% I. Фактычная ж яго велічыня 0,35% I. Значыць, можна выказаць меркаванне, што розніца ў 0,25% I можа быць створана за кошт наяўнасці ў сапрапелі іншых арганічных перакісаў, апрача перакісаў ліпідаў.

З выкладзенага вышэй вынікае, што цітраметрычны метад вызначэння колькасці перакісаў ліпідаў не прыдатны для вызначэння іх у сапрапелева-тлушчавай сумесі з прычыны высокай колькасці ў сапрапелі розных арганічных перакісаў. Тым не менш гэты метад можна выкарыстаць для кантролю змянення колькасці перакісаў у сапрапелева-тлушчавай сумесі ў працэсе захоўвання, больш дакладным з'яўляецца вызначэнне ўзроўню перакісаў ліпідаў хемілюмінесцэнтным метадам.

Вывады

1. Сапрапель мае высокую антыаксідантную актыўнасць (прамарожаны і непрамарожаны).
2. Пры змешванні тлушчу з сапрапелем кіслотны лік ва ўсіх даследаваных пробах зніжаецца, а затым паступова расце, пры гэтым больш павольна, чым у пробе тлушч+сантахін.
3. Пры змешванні тлушчу з непрамарожаным сухім сапрапелем назіраецца рэзкі рост колькасці перакісаў ліпідаў ва ўсіх даследаваных пробах. Пры гэтым чым большая колькасць сапрапелю ў пробе, тым больш высокі перакісны лік. Гэта тлумачыцца, магчыма, высокай колькасцю ў сапрапелі жалеза, двухвалентнага і трохвалентнага, якое актывуе ПАЛ. З гэтай прычыны можна сцвярджаць, што непрамарожаны сухі сапрапель з'яўляецца прааксідантам ПАЛ.

4. Прамарожаны сапрапель 60%-най вільготнасці з'яўляецца антыаксідантам ПАЛ, паколькі ўздзеянне на сапрапель адмоўных тэмператур (-2°C і ніжэй) выклікае перавод наяўнага ў ім двухвалентнага жалеза ў трохвалентнае, якое не дапускае працэс акіслення тлушчу.

5. Прамарожаны і высушаны сапрапель захоўвае ўласцівасці антыаксіданта ПАЛ.

6. Лепшыя вынікі атрыманы пры ўвядзенні ў тлушч 30% вільготнага прамарожанага і 20% сухога прамарожанага сапрапелю.

Summary

Carbonatic sapropel, dried up to 25% of humidity, is a prooxidant in lipid peroxidation (LP) reactions. Freezing of wet sapropel its mixing with fodder animal fat resulted in assuming antioxidant characteristics. Drying of frozen sapropel doesn't lead to the loss of its antioxidant characteristics of LP. In fat samples containing 20 and 50% (according to weight) of such sapropel the quantity of lipid peroxides didn't run during the whole research period (65 days). The lipid peroxide quantity was determined by titrometric and chemiluminiscent methods. Frozen dry sapropel of carbonatic type may be added to the mixed feed as an antioxidant because it is also a source of minor nutrient elements and biologically active elements.

Літаратура

1. Абакумов Г. З., Новицкий Г. К., Легонькова Л. Ф. // Вопр. мед. химии. 1988. Т. 34, № 1. С. 30—32.
2. Владимиров Ю. А., Арчаков А. И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М., 1972.
3. Владимиров Ю. А., Аризова О. А., Деев А. И. и др. Свободные радикалы в живых системах. Итоги науки и техники. ВНИИТИ АН СССР. Сер. Биофизика. 1991. Т. 29. С. 1—252.
4. ГОСТ 17483-72 «Жир животный кормовой».
5. ГОСТ 8285-74 «Жиры животные топленые. Правила приемки и методы испытания».
6. Лопотко М. З., Евдокимова Г. А., Кузьмицкий П. С. Сапропели в сельском хозяйстве. Мн., 1992. С. 216.