

НЕПРЯМІ МЕТОДИ ОЦІНКИ РАДІОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ КОРМОВИХ УГІДЬ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ МОЛОКА КОРІВ

Стаття присвячена методичним підходам щодо непрямих методів оцінки радіологічних наслідків використання різних типів кормових угідь при виробництві молока корів. Автором проаналізовано дані перетравності сухої речовини та вивільнення ¹³⁷Cs в рубці фістульованих тварин з кормів, що відібрані на різних типах кормових угідь: лісових кормових угіддях, природних гідроморфних та природних автоморфних пасовищах. На основі отриманих результатів проведено прогностичні розрахунки дозових навантажень людини при споживанні молока корів та встановлено граничну щільність забруднення ґрунту ¹³⁷Cs, за якої можна отримати молоко корів із забрудненням радіонуклідом в межах ДР-2007.

Постановка проблеми. Важливою складовою частиною наукових досліджень у напрямку годівлі тварин в екологічно несприятливих умовах навколишнього середовища є моделювання кормової поведінки тварин в природному середовищі [4]. Зокрема, на значну увагу заслуговує такий важливий параметр, як перетравність складових компонентів раціону в рубцевій рідині тварин [1, 2]. Спираючись на даний параметр та використовуючи сучасні методи зоотехнічних розрахунків, можна вирішувати різноманітні прогностичні завдання, що стосуються метаболізму радіонуклідів на рівні організму тварин, зокрема, визначати споживання корму тваринами та складати радіологічні прогнози [3].

Слід зазначити, що споживання корму та його перетравність є взаємозалежними поняттями і дуже важливі у живленні тварин. Пов'язані вони такою формулою:

$$СП = \frac{ВД}{1 - ПР},$$

де СП – споживання корму;

ВД – виділення сухої речовини корму з калом;

ПР – вдавана перетравність корму.

Наведене рівняння свідчить про те, що при відомих значеннях добового виведення сухої речовини з калом та перетравності кормів можна легко визначити споживання сухої речовини твариною.

Тому метою наших досліджень є вивчення динаміки перетравності сухої речовини та вивільнення структурного ¹³⁷Cs з кормів природних угідь в рубці

великої рогатої худоби, оцінка можливості використання зазначених вище показників для складання радіологічних прогнозів.

Завдання досліджень: розробити методичні підходи щодо непрямих методів оцінки радіологічних наслідків використання різних типів кормових угідь при виробництві молока корів.

Матеріали та методи досліджень

Для досягнення мети та вирішення завдань досліджень на дослідних стаціонарах Народицького та Овруцького районів Житомирської області впродовж пасовищного сезону відбиралися корми природних угідь, які після попередньої підготовки підлягали інкубації в рубці фістульованих бичків в умовах навчальної ферми Житомирського національного агроекологічного університету. Фізіологічні дослідження проводились на 2-помісних бичках української чорно-рябої породи та поліської м'ясної з великою фістулою рубця.

Вивчення ферментації сухої речовини кормів природних угідь в рубці проводили за методом нейлонових мішечків [1].

Для визначення динаміки вивільнення структурного ^{137}Cs з пасовищної трави та визначення перетравності сухої речовини корм з мішечка після заданого часу інкубації підлягав зважуванню та гама-спектрометричним дослідженням.

Суть радіологічних прогнозів полягала у визначенні споживання ^{137}Cs коровами молочного напрямку продуктивності та подальшої оцінки дозових навантажень населення при споживанні молока, ґрунтуючись на даних забруднення калу тварин та розрахункових показниках споживання корму тваринами.

Дослідження свідчать, що споживання злакового травостою жуйними тваринами в розрахунку на 1 кг обмінної маси залежить від якості травостою й коливається від 60 до 110 г СР/кг ЖМ^{0.75}/добу [6]. Для оцінки якості травостою можна використовувати показники перетравності корму: чим краще перетравлюється суха речовина корму, тим вище споживання і навпаки [6].

Таким чином, є реальна можливість оцінки надходження радіонуклідів в організм тварин та продукцію тваринництва при їх випасі на конкретних типах природних угідь, використовуючи непрямі методи, зокрема: результати досліджень ферментації кормів в рубці фістульованих бичків, аналіз зразків калу на вміст радіонуклідів в конкретних місцях випасу тварин та інші відомі параметри міграції радіонуклідів в трофічних ланцюгах.

Використання непрямих методів пов'язано з відсутністю фактичних даних забрудненості кінцевої продукції тваринництва через різні причини, включаючи: неможливість забою тварин, обмежені фінансові можливості для проведення широких досліджень та ін.

При цьому для проведення прогнозних розрахунків доцільно використовувати такі формули:

$$ВД_{ср} = СП_{ср} \times (1 - ПР_{ср}); \quad (1)$$

$$А_{корм}^{137} Cs = \frac{(А_{кал}^{137} Cs \times ВД_{ср}) / (1 - ПР^{137} Cs)}{СП_{ср}}; \quad (2)$$

$$СП^{137} Cs = А_{корм}^{137} Cs \times СП_{ср}; \quad (3)$$

$$А_{продукції}^{137} Cs = \frac{СП^{137} Cs \times Кн^{137} Cs}{100}, \quad (4)$$

де $ВД_{ср}$ – добове виділення сухої речовини з калом, кг/добу;

$СП_{ср}$ – добове споживання сухої речовини, кг/добу;

$ПР_{ср}$ – вдавана перетравність сухої речовини, частка одиниці;

$А_{корм}^{137} Cs$ – питома активність ^{137}Cs в кормі, Бк/кг;

$А_{кал}^{137} Cs$ – питома активність ^{137}Cs в калі, Бк/кг;

$ПР^{137} Cs$ – вдавана перетравність ^{137}Cs , частка одиниці;

$СП^{137} Cs$ – добове споживання ^{137}Cs , Бк/добу;

$А_{продукції}^{137} Cs$ – питома активність ^{137}Cs в продукції тваринництва, Бк/кг;

$Кн^{137} Cs$ – коефіцієнт переходу ^{137}Cs з раціону в продукцію тваринництва, % від добового споживання.

Аналіз зазначених вище формул свідчить, що для складання радіологічних прогнозних розрахунків необхідні дані щодо забруднення ^{137}Cs калу тварин при використанні конкретних типів кормових угідь. Зразки калу з наступним визначенням питомої активності ^{137}Cs відбиралися в 2003–2005 роках у місцях випасу великої рогатої худоби на різних типах природних угідь, зокрема:

- природному пасовищі (стаціонар 2а), що характеризується дерново-підзолистими, супіщаними автоморфними ґрунтами;
- природному пасовищі (стаціонар 5а), що характеризується дерново-підзолистими, супіщаними, оторфованими, гідроморфними ґрунтами;
- при випасі на вересі в осінній період (стаціонар 5б). В місцях випасу переважають дерново-підзолисті, супіщані автоморфні ґрунти.

Річне дозове навантаження людини внаслідок споживання молока корів при їх випасі на різних типах природних угідь визначали з використання дозового фактора – 14 нЗв на кожний спожитий протягом року бекерель ^{137}Cs в складі молока корів (дозовий фактор рекомендований МКРЗ) [9].

В ході радіологічних розрахунків також визначали граничну щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , за якої можна отримати молоко корів в межах ДР-2007. Цей показник визначали шляхом ділення величини допустимого рівня (ДР-2007) ^{137}Cs в молоці корів за питомою активністю ^{137}Cs в молоці корів за щільності забруднення ґрунту 1 Ки/км².

Результати досліджень

Перетравність сухої речовини і вивільнення радіонуклідів із кормів в рубці великої рогатої худоби. Аналіз літературних джерел свідчить, що

перетравність спожитого корму є важливим показником, який необхідний для оцінки споживання корму тваринами на пасовищі. Слід зазначити, що для тварин, які випасаються на пасовищі, не можна застосувати прямий *in vivo* метод, що полягає у визначенні балансу між надходженням в організм сухої речовини та її виведенням з калом. Тому виникає необхідність застосування непрямих методів [6].

Значну кількість лабораторних методів було розроблено для прогнозування *in vitro* перетравності. Найбільш доцільним на сьогодні є метод, розроблений Tilley and Terry [7], який полягає в інкубації зразків у рубцевій рідині.

Використовуючи модифікацію методу Mehrez and Orskov [8], Aerts et al. [5] проводив інкубацію зразків в нейлонових мішечках в умовах рубця фістульованих тварин з наступною 48-годинною інкубацією зразка в розчині соляної кислоти (HCL) та пепсину.

Таким чином перетравність сухої речовини в рубці, що визначена за методом нейлонових мішечків, може служити непрямим показником вдової перетравності організмом жуйних [2]. Тому ми використали даний метод для визначення перетравності сухої речовини та ¹³⁷Cs різних кормів природних угідь Житомирської області в періоди їх найбільш активного споживання великою рогатою худобою (табл. 1, 2).

Дані таблиць 1–2 свідчать, що найвищими показниками перетравності сухої речовини та вивільнення ¹³⁷Cs характеризується пасовищна трава автоморфних ґрунтів, а надалі, у порядку зменшення, – пасовищна трава гідроморфних ґрунтів чорниця, молінія, верес та інші корми лісових угідь. Таким чином, пасовищна трава гідроморфних ґрунтів значно гірше перетравлюється тваринами, ніж пасовищна трава суходолів.

Даний факт можна пояснити інтенсивним ростом травостою в умовах надлишкового зволоження та морфологічними особливостями рослин-гідрофітів. Слід зазначити, що в умовах постійного випасу тварини в першу чергу споживають травостій суходільних луків, який характеризується кращою перетравністю і споживанням. Травостій гідроморфних елементів рельєфу починає використовуватись тваринами в періоди недостатнього приросту трави на суходолах, а також в кінці пасовищного сезону.

Таблиця 1. Динаміка ферментації сухої речовини рослин природних угідь залежно від часу інкубації в рубці, % [2]

Корм	Час інкубації, год.				
	3	6	9	12	24
Верес звичайний	5,3±0,2	10,2±0,2	17,5±0,3	22,7±0,5	30,1±0,3
Листя чорниці	13,1±0,10	26,2±0,3	34,1±0,2	42,3±0,8	50,1±0,8
Листя дуба звичайного	1,7±0,2	5,0±0,3	9,3±0,3	12,7±0,4	18,1±0,4
Листя вільхи	6,1±0,3	12,3±0,4	19,1±0,3	24,1±0,5	32,1±0,4
Листя берези пухнастої	9,6±0,3	18,0±0,4	28,3±0,5	32,4±0,4	42,1±0,6
Листя осики	5,6±0,2	10,1±0,3	16,3±0,3	25,2±0,6	31,2±0,5

Пагони брусниці	1,5±0,2	7,8±0,3	11,2±0,1	17,4±0,4	27,3±0,4
Пагони сосни звичайної	1,8±0,1	5,6±0,3	12,1±0,3	20,1±0,4	28,3±0,6
Пагони чорниці	1,5±0,2	7,4±0,3	12,2±0,3	18,4±0,4	25,3±0,7
Пасовищна трава (природні угіддя, стаціонар 1, автоморфний ґрунт)					
1 цикл стравлювання	14,8±0,2	34,7±0,4	46,9±0,5	54,5±0,3	75,6±1,3
2 цикл стравлювання	3,2±0,3	30,6±0,5	35,9±0,4	47,6±0,8	56,3±0,8
3 цикл стравлювання	8,3±0,2	23,9±0,2	32,2±0,4	43,9±1,0	52,4±0,9
4 цикл стравлювання	13,1±0,2	35,7±0,2	46,9±0,8	52,9±0,5	68,6±1,0
Пасовищна трава (природні угіддя, стаціонар 2, гідроморфний ґрунт)					
1 цикл стравлювання	15,6±0,49	33,1±0,7	41,3±0,8	52,1±1,3	67,2±0,6
2 цикл стравлювання	13,1±0,4	30,4±0,6	40,6±0,7	45,7±0,3	59,9±0,8
3 цикл стравлювання	11,4±0,5	25,3±0,6	36,9±0,6	41,4±0,5	51,3±0,6
4 цикл стравлювання	18,4±0,6	29,8±0,8	43,7±0,4	45,4±0,8	53,1±0,8

Кормові види лісових угідь характеризуються найнижчими показниками перетравності. Це призводить до обмеження їх споживання тваринами. При таких низьких показниках перетравності сухої речовини кормів лісових угідь споживання корму коровами не може перевищувати 70 г СР/кг обмінної маси [10]. Пояснити низькі значення перетравності сухої речовини кормових видів лісів можна по-різному, наприклад: високий рівень танинів, що обмежують мікробне перетравлення корму; обмежені процеси фотосинтетичної активності під покривом дерев; високий вміст клітинних оболонок.

Слід також зазначити, що дані, які наведені в таблицях 1, 2, характеризують перетравність цілої рослини і не враховують селективного споживання корму тваринами (споживання найбільш поживних частин рослин), тому при оцінці перетравності кормових видів лісів, на нашу думку, дані є дещо заниженими, оскільки не дозволяють забезпечити навіть підтримуючий рівень годівлі тварин. Хоча відомо, що жуйні тварини використовують кормові види лісів, підтримуючи помірний рівень продуктивності.

Таблиця 2. Динаміка вивільнення ¹³⁷Cs в рубці рослин природних угідь залежно від часу інкубації, % від загальної активності [2]

Корми	Експозиція корму в рубці, год.				
	3	6	9	12	24
Верес звичайний	11,2±0,9	19,5±1,1	25,2±1,2	30,3±1,1	33,2±1,5
Листя вільхи	27,6±1,2	45,9±0,9	59,7±1,4	70,8±1,2	81,9±1,3
Листя берези пухнастої	17,0±0,9	24,2±1,2	29,6±1,3	31,7±1,1	33,0±1,4
Пагони брусниці	17,1±1,1	31,8±1,1	40,2±1,2	45,5±1,1	48,1±1,2
Пагони сосни звичайної	20,2±1,1	35,2±1,5	44,6±1,3	49,5±1,6	51,3±1,1
Пасовищна трава (природні угіддя, стаціонар 1, автоморфний ґрунт)					
1 цикл стравлювання	48,3±2,4	70,5±1,3	78,5±1,9	82,1±1,6	93,3±1,1

2 цикл стравлювання	50,6±2,6	78,2±1,3	82,9±1,4	86,7±1,0	90,7±1,2
3 цикл стравлювання	26,9±1,9	50,3±1,6	77,7±1,1	82,2±1,3	84,4±0,9
4 цикл стравлювання	53,3±1,4	77,6±1,8	84,1±0,8	94,0±1,3	96,2±0,9
Пасовищна трава (природні угіддя, стаціонар 2, гідроморфний ґрунт)					
1 цикл стравлювання	62,0±1,1	68,4±1,1	78,2±1,1	84,6±1,2	93,3±1,1
2 цикл стравлювання	64,3±1,1	70,6±0,9	78,8±1,5	90,1±3,3	90,4±1,2
3 цикл стравлювання	40,4±1,5	56,6±1,5	64,3±1,3	73,2±1,5	78,5±1,3
4 цикл стравлювання	45,5±1,5	64,3±1,6	74,2±1,9	78,4±1,2	84,0±1,9

Радіологічні прогнози. Результати розрахунків щодо радіологічної ефективності використання різних типів кормових угідь коровами молочного напрямку продуктивності наведено в таблиці 3. Для оцінки споживання сухої речовини корму тваринами ми використовували літературні дані, які враховують споживання сухої речовини корму в розрахунку на 1 кг обмінної маси залежно від якості (перетравності) травостою [10].

Традиційним методом визначення добового виділення сухої речовини з екскрементами є штучне введення в раціони тварин зовнішніх інертних індикаторів, наприклад, окису хрому. В наших дослідженнях через відсутність фактичних даних щодо виведення сухої речовини з калом ми використовували результати досліджень з ферментації сухої речовини в рубці фістульованих тварин та застосовували формулу (1).

Використовуючи показники забруднення екскрементів тварин ^{137}Cs при випасі тварин на різних типах кормових угідь ми визначали концентрацію радіонукліду у спожитому тваринами кормі за формулою (2).

Розрахунки свідчать, що для складання радіологічних прогнозів доцільно використовувати показники перетравності сухої речовини в рубці, оскільки вони достатньою мірою співпадають із показниками вдової перетравності сухої речовини. В той же час, проблематично використовувати показники вивільнення ^{137}Cs в рубці, оскільки вони значно відрізняються від показників вдової перетравності ^{137}Cs . Це пов'язано з тим, що вони не враховують ендогенні втрати ^{137}Cs .

В даній ситуації більш доцільно використовувати показники вдової перетравності ^{137}Cs , які, за даними [3], коливаються в межах 45–55 %. Таким чином, показники вивільнення ^{137}Cs з кормів в рубці фістульованих тварин скоріше слід використовувати для оцінки ступеня біологічної доступності радіонукліду, ніж для оцінки його споживання тваринами.

Далі ми визначали добове споживання ^{137}Cs (Бк/добу), використовуючи формулу (3).

Наступним етапом прогностичних розрахунків було визначення добового споживання ^{137}Cs та питомої активності в молоці корів за формулою (4). При цьому ми користувалися загально відомими показниками міграції радіонукліду в трофічному ланцюгу раціон–продукція тваринництва [3]. Це дозволило визначити дозові навантаження при споживанні молока населенням та встановити граничну щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , за якої, можна отримати молоко корів в межах ДР-2007.

Таблиця 3. Показники радіологічної ефективності використання різних типів кормових угідь при виробництві молока корів

Показник	Тип кормових угідь		
	випас на вересі звичайному	трава пасовищна на гідроморфному ґрунті	трава пасовищна на автоморфному ґрунті
Обмінна маса, кг	114	114	114
Споживання СР, г/кг обмінної маси	70	90	110
Добове споживання сухої речовини корму, кг СР	8	10,2	12,5
Добове виділення сухої речовини з калом, кг СР	5,6	4,3	4,6
Вдавана перетравність сухої речовини, частка одиниці	0,30	0,58	0,63
Питома активність ^{137}Cs в кормі, Бк/кг СР	2291	458	24
Питома активність ^{137}Cs в калі корів при щільності забруднення ґрунту 1 Кі/км^2 , Бк/кг	1800	600	35
Вдавана перетравність ^{137}Cs , частка одиниці	0,45	0,45	0,45
Добове споживання ^{137}Cs , Бк/добу	18213	4683	294
Коефіцієнт переходу ^{137}Cs в ланцюгу раціон – молоко корів, % від добового споживання	1	1	1
Питома активність ^{137}Cs в молоці корів, Бк/кг	182	47	3
Річне дозове навантаження при споживанні 1 кг молока при щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs 15 Кі/км^2 , мЗв	0,04	0,01	0,001
Гранична щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , за якої можна отримати молоко корів в межах ДР-2007, Кі/км^2	0,55	2,14	34,0

Зокрема при випасі корів на вересі річне дозове навантаження при споживанні 1 кг молока при щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs 15 Кі/км^2 становить 0,04 мЗв (або 4 % річної дози), а гранична щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , за якої можна отримати молоко корів в межах ДР-2007 – $0,55 \text{ Кі/км}^2$. При випасі корів на гідроморфних і автоморфних пасовищах відповідні показники становлять 0,01 мЗв (або 1 % річної дози) і $2,14 \text{ Кі/км}^2$ та 0,001 мЗв (або 0,1 % річної дози) і $34,0 \text{ Кі/км}^2$ відповідно.

Дані таблиці 3 також свідчать про те, що щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , зважаючи на різноманітність типів ґрунтів, режимів їх зволоження, широкий видовий склад травостоїв, не може бути дієвим критерієм прогнозування забруднення радіонуклідом продукції тваринництва.

Таким чином, підсумовуючи викладене вище, слід зазначити, що на сьогодні існує значна кількість моделей, які дозволяють прогнозувати споживання корму тваринами на пасовищі; кожна з яких була отримана експериментально в конкретних, специфічних умовах і тому має свої обмеження. Обмеженість кожної з моделей викликана тим фактом, що існує велика кількість пасовищних систем, типів пасовищ, систем їх використання, різноманіття видів тварин та порід, які використовують пасовища, різного рівня їх продуктивності. Тому жодна модель не зможе бути настільки універсальною, щоб адекватно оцінити споживання при зміні умов проведення дослідів. Навіть найдосконаліша на сьогодні модель може давати похибку через те, що в процесі проведення дослідів з поля зору дослідника випадає один з факторів (наприклад, паразитичні інфекції тварин, погодні умови та ін.), що призводить до помилок при визначенні споживання. Враховуючи викладені вище застереження, слід тим не менше розуміти важливість досліджень, які розширюють та вдосконалюють існуючі моделі щодо оцінки споживання на пасовищах.

Висновки

1. В ході досліджень проаналізовано дані щодо перетравності сухої речовини та вивільнення ^{137}Cs в рубці фістульованих тварин з кормів, відібраних на різних типах кормових угідь: лісових кормових угіддях, природних гідроморфних та природних автоморфних пасовищах. Визначено доцільність використання зазначених вище параметрів для складання радіологічних прогнозів.

2. Грунтуючись на даних забруднення калу корів молочного напрямку продуктивності ^{137}Cs при їх випасі на різних типах природних угідь, нами складено радіологічні прогнози щодо використання угідь при виробництві молока. Радіологічні розрахунки свідчать, що при випасі корів на вересі річне дозове навантаження при споживанні 1 кг молока при щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs 15 $\text{Кі}/\text{км}^2$ становить 0,04 мЗв (або 4 % річної дози), а гранична щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , за якої можна отримати молоко корів в межах ДР-2007, – 0,55 $\text{Кі}/\text{км}^2$. При випасі корів на гігроморфних і автоморфних пасовищах, представлених дерново- підзолистими супіщаними ґрунтами відповідні показники становлять 0,01 мЗв (або 1 % річної дози) і 2,14 $\text{Кі}/\text{км}^2$ та 0,001 мЗв (або 0,1 % річної дози) і 34,0 $\text{Кі}/\text{км}^2$.

Перспективи подальших досліджень полягають у накопиченні матеріалів щодо показників перетравності кормів різних типів кормових угідь в періоди їх активного вибіркового або селективного споживання тваринами.

Література

-
-
1. Даниленко Й.А. До методики вивчення перетравності корму в рубці / Й.А. Даниленко, В.П. Славов, Г.И. Пасечник // Методи досліджень в тваринництві. – К., 1970. – С. 125–128.

2. Еколого-зоотехнічні умови ефективного використання кормів : моногр. / *В.П. Славов, М.М. Карпусь, М.М. Кривий* та ін. – К., 2003. – 120 с.
3. Корми: оцінка, використання, продукція тваринництва, екологія : посібн. / *М.Ф. Кулик, Р.Й. Кравців, Ю.В. Обертюх* та ін. ; за ред. *М.Ф. Кулика, Р.Й. Кравціва, Ю.В. Обертюха, В.В. Борщевка*. – Вінниця : ПП “Видавництво “Тезис”, 2003. – 334 с.
4. Технологічно-економічні та радіоекологічні аспекти використання угідь великою рогатою худобою м’ясного напрямку продуктивності / *В.В. Борщевка* та ін. // *Заключний звіт з державної тематики № 4/5 на замовлення Міністерства аграрної політики України*. – Житомир, 2005. – 128 с. – Деп. УкрІНТЕІ 20.10.05, № держ. реєстр. 0103U008901.
5. Comparison of the laboratory methods for predicting the organic matter digestibility of forages / *J.V. Aerts, D.L. De Brabander, B.G. Cottyn, F.X. Buysse* // *Anim. Feed Sci. Techn.* – 1977. – 2. – P. 337–349.
6. *Goering N.K.* 1970/ Forage Fibre analyses (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications) / *N.K. Goering, P.J. Van Soest* // *USDA Agricultural Handbook*. – 379.
7. *Tilley J.M.A.* A two-stage technique for the in vitro digestion forage crops / *R.A. Terry, J.M.A. Tilley* // *J. Brit Grassld Soc.* – 1963. – 18. – P. 104–111.
8. *Meherez A.A.* A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen / *A.A. Meherez, E.R. Orskov, J.Agric* // *Sci., Camb.* – 1977. – 88. – P. 645–650.
9. The radiological consequences of the Chernobyl Accident, Proceedings of the first international conference, Minsk, Belarus, 18–22 March 1996, EUR 16544 EN, ECSC-EC-EAEC, Brussels, 1996.
10. *Soest V.* Nutritional ecology of the ruminant / *V. Soest, J. Peter* // – 2nd ed. O & B Books Inc., Corvallis. – 1994. – 374 p.