

УДК 504.054:636.2.034

## ОЦІНКА ВИКИДІВ ОДОРОГЕННИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ ПОВІТРЯ ВІД ФЕРМ ІЗ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА

О.М. Жукорський<sup>1</sup>, О.В. Никифорок<sup>2</sup>, Н.П. Болтик<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Національна академія аграрних наук України

<sup>2</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН

<sup>3</sup> Тернопільська державна сільськогосподарська станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН

*Проаналізовано шкідливий вплив діяльності ферм із виробництва молочної продукції на повітряний простір. Проведено оцінювання викидів одорогенних забруднювачів атмосферного повітря від тваринницьких ферм із виробництва молока за різних технологій утримання корів, їх чисельності та продуктивності. Розраховано орієнтовну масу викидів цих забруднювачів повітря безпосередньо від утримуваних корів і їх відходів та проаналізовано чинники формування обсягів утворюваних одорогенних забруднювачів. Встановлено, що викиди досліджуваних забруднювачів збільшуються із зростанням живої маси корів, а в розрахунку на 1 кг виробленого молока знижуються із зростанням молочної продуктивності.*

**Ключові слова:** виробництво молока, корови, одорогенні забруднювальні речовини, повітря.

---

Спеціалізація та надмірне розширення виробництва продукції тваринництва часто зумовлює руйнування природних екосистем [1]. В Україні найбільші обсяги викидів (забруднювальні хімічні речовини (без парникових газів), мікроорганізми, пил) спричиняє птаховирництво ~ 72%; свинарство ~ 19 та інші підгалузі ~ 9% [2]. Чинниками такої негативної дії можуть бути як самі тварини, так і продукти їх життєдіяльності, а також усі виробничо-господарські процеси, що відбуваються на фермі.

Концентрація виробництва посилює небезпеку деградації навколишнього природного середовища через забруднення води і ґрунту гноєм та іншими відходами [3]. Зважаючи на те, що виробництво молочних продуктів в 3–4 рази економічно вигідніше, ніж в інших виробничих системах тваринництва, це може мати негативні наслідки для сільських територій [4].

На тваринницьких фермах, що спеціалізуються на виробництві молока, основним чинником забруднення є дійні корови [5], оскільки їх кількість найбільша в структурі утримуваного стада; у них найбільша жива маса серед утримуваних тварин і, відповідно, найбільший вихід гною; вони потребують велику кількість споживання енергії (корму), зокрема для виношування телят, лактації, випасання (де передбачена така система утримання) тощо.

Унаслідок роботи тваринницьких ферм у повітряний простір потрапляють такі категорії забруднювальних речовин (ЗР) [6]: аміак, сірководень, метан, спирти (метанол, етанол тощо), феноли, складні ефіри, карбонільні сполуки (альдегіди і кетони), карбонові кислоти, сульфіді і дисульфіді, меркаптани, аміни, діоксид вуглецю. Ці речовини мають одорогенний ефект, що проявляється сильним неприємним запахом [7, 8], та викликають у людини головний біль, напруження м'язів, болі в кінцівках,

## Характеристика досліджуваних господарств

Назва господарства	Поголів'я корів	Середня жива маса, кг	Надій молока, кг/гол./рік	Жирність молока, %	Спосіб утримання тварин	
					літом	зимою
ПСП «АФ Горинь»	664	545±28	6522	3,60	стійлово-табірне	стійлово-прив'язне
ПОП «Іванівське»	480	558±18	7150	3,83	– // –	– // –
ПАП «Дзвін»	230	595±21	5035	3,83	стійлове	стійлове
ПП «АФ «Медобори»	430	563±32	4108	3,94	стійлово-пасовищне	стійлово-прив'язне
ТОВ «Галичина»	168	551±26	4237	3,50	– // –	безприв'язне
ПП «Прогрес К»	150	545±16	3967	3,82	– // –	стійлово-прив'язне

подразнення слизових оболонок очей і дихальних шляхів [9, 10].

Найсильнішими одорогенними забруднювачами повітря є сірководень і сполуки сірки (меркаптани, тіофеноли і тіоефіри з набагато інтенсивнішим запахом, ніж запах сірководню), а також аміак. Шкідливістю викидів аміаку та розробкою заходів зі скорочення цих викидів від різних виробничих галузей, у т.ч. і від тваринництва, займається Цільова комісія з хімічно активного азоту (TFRN) Конвенції про транскордонне забруднення повітря на великій відстані ЄЕК ООН. Цією комісією розроблено керівний документ щодо регулювання емісії аміаку у секторі сільського господарства, де основне місце займає саме тваринництво [11].

Однак досі переважну більшість досліджень спрямовано на визначення викидів та вивчення негативного впливу сполук, що мають властивість створювати т.зв. парниковий ефект в атмосфері та сприяти підвищенню температури в її приземних шарах, серед яких: метан, діоксид вуглецю, геміоксид нітрогену (закис азоту) [12].

З огляду на це, була поставлена мета – оцінити можливі викиди одорогенних забруднювачів атмосферного повітря від тваринницьких ферм із виробництва молока, що відрізняються між собою чисельністю поголів'я корів, продуктивністю та технологіями утримання.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аналіз та оцінювання викидів ЗР проводили із використанням відповідних методик [6, 13] та вихідних даних досліджуваних господарств різних агроекологічних зон Тернопільської обл. (табл. 1). Для дослідження були вибрані типові за технологіями утримання для Західного Лісостепу господарства, що спеціалізуються на виробництві молока.

Розрахунки викидів хімічних сполук безпосередньо від тварин, за винятком парникових газів, проводили за методикою [6], якою передбачено використання значень величин питомих викидів у атмосферу ЗР від 1 ц живої маси тварин за збалансованої їх годівлі з урахуванням поглинання мікрофлорою кишечника карбонільних з'єднань, карбонових кислот і амінів, сорбції амінів, меркаптанів і сірководню та трансформації меркаптанів у диметилсульфіди. Згідно з методикою розраховували такі категорії ЗР, усереднені питомі викиди (мкг/с на 1 ц ж. м.) яких становлять: аміак – 6,6, етил форміат – 0,38, метанол – 0,245, диметилсульфід – 0,192, гексанова кислота – 0,148, пропіональдегід – 0,125, сірководень – 0,108, метиламін – 0,10, фенол – 0,05, метантиол – 0,00098.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У підприємствах, спеціалізованих на виробництві молока, використання тради-

ційних технологій утримання, годівлі та доїння корів супроводжується забрудненням довкілля продуктами життєдіяльності тварин та технологічними відходами.

Забруднення повітря внаслідок діяльності молочних ферм проявляється шляхом проникнення одорогенних речовин з тваринницьких приміщень та місць зберігання гною. Середня відстань їх поширення у повітряному просторі від джерела забруднення становить 800 м і проявляється неприємним запахом.

Для розрахунків обсягів одорогенних забруднювачів повітря від ферм із виробництва молока за кожним господарством використовували середню живу масу корів (табл. 1) та усереднені питомі викиди для кожної ЗР від великої рогатої худоби (ВРХ).

Загальна кількість викидів ЗР від утримуваних корів у господарстві залежить від загальної кількості ВРХ та їх живої маси.

За проведеними розрахунками встановлено, що сумарна кількість викидів ЗР безпосередньо від тварин та від продуктів їх життєдіяльності була найвищою у ПСП «АФ «Горинь» – 251018,3 г/добу, ПОП «Іванівське» – 185786,7, ПП «АФ «Медобори» – 167931,6, ПАП «Дзвін» – 94928,7, ТОВ «Галичина» – 64211,9, ПП «Прогрес К» – 56706,7 г/добу.

Найбільша частка у формуванні викидів ЗР як від тварин, так і від продуктів їх життєдіяльності належить аміаку (83%), найменша – метантиолу (0,01%) (рис. 1, 2). У відсотках рівень викидів становить для: етил форміату – 4,77; метанолу – 3,08; диметилсульфіду – 2,41; гексанової кислоти – 1,86; пропіональдегіду – 1,57; сірководню – 1,36; метиламіну – 1,23; фенолу – 0,62; метантиолу – 0,01.

Існує думка, що викидів хімічних сполук від відходів життєдіяльності тварин майже в 100 разів більше, ніж від самих тварин [13]. Згідно із законом Ліндемана, тваринами засвоюється 7–13% енергії (або речовини в енергетичному вираженні). Решта 87–93% органічної речовини (продук-

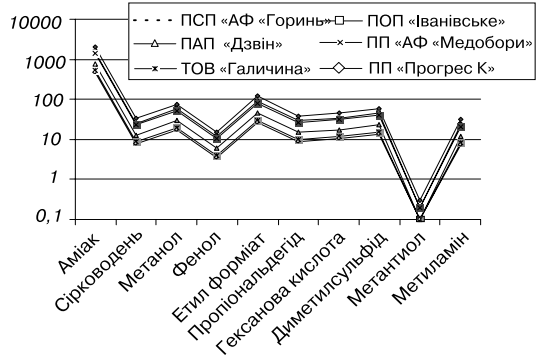


Рис. 1. Викиди одорогенних забруднювачів повітря безпосередньо від тварин, г/добу

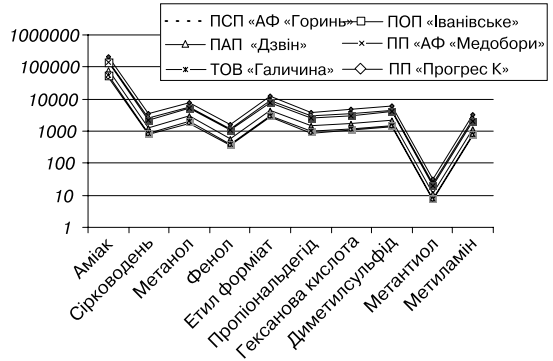


Рис. 2. Викиди одорогенних забруднювачів повітря від продуктів життєдіяльності утримуваних тварин, г/добу

тів життєдіяльності тварин) будуть перероблені мікроорганізмами або утилізовані. Із засвоєних тваринами 10% кормів унаслідок їх ферментативного розкладання безпосередньо від тварин в атмосферу виділиться десята частина ЗР. Отже, співвідношення величини виділення ЗР безпосередньо від тварини і величини виділення від продуктів їх життєдіяльності становить близько 1:100.

Щоб прослідкувати відмінності в інтенсивності викидів одорогенних забруднювачів у досліджуваних господарствах, що відрізнялися між собою за продуктивністю утримуваних корів та технологічними особливостями їх утримання, здійснено розрахунок та аналіз загальної кількості

**Викиди одорогенних забруднювачів повітря від однієї корови у рік  
у досліджуваних господарствах, кг/гол./рік**

Забруднювальні речовини	Досліджувані господарства					
	ПСП «АФ «Горинь»	ПОП «Іванівське»	ПАП «Дзвін»	ПП «АФ «Медобори»	ТОВ «Галичина»	ПП «Прогрес К»
Аміак	114,568	117,300	125,082	118,356	115,833	114,569
Сірководень	1,875	1,919	2,047	1,937	1,895	1,875
Метанол	4,253	4,354	4,643	4,393	4,300	4,253
Фенол	0,868	0,889	0,948	0,897	0,878	0,868
Етил форміат	6,596	6,754	7,202	6,814	6,700	6,594
Пропіональдегід	2,170	2,222	2,369	2,242	2,194	2,170
Гексанова кислота	2,569	2,630	2,805	2,654	2,597	2,569
Диметилсульфід	3,333	3,412	3,639	3,443	3,370	3,333
Метантиол	0,017	0,017	0,019	0,018	0,017	0,017
Метиламін	1,736	1,777	1,895	1,793	1,775	1,736
<b>Всього</b>	<b>137,985</b>	<b>141,274</b>	<b>150,649</b>	<b>142,547</b>	<b>139,559</b>	<b>137,984</b>
<b>На 1 кг молока</b>	<b>0,0212</b>	<b>0,0198</b>	<b>0,0299</b>	<b>0,0347</b>	<b>0,0329</b>	<b>0,0348</b>

цих викидів від однієї корови за кожним із досліджуваних господарств (табл. 2).

Викиди аміаку в тваринництві відбуваються як з приміщень, де утримують худобу, так і під час зберігання та використання гною [12]. Найбільші викиди аміаку утворюються в тваринницьких приміщеннях. Вони становлять 46% від загального обсягу викидів цього газу в тваринництві. У приміщеннях для ВРХ втрати аміаку є нижчими – близько 30% від загального обсягу викидів.

Викиди ЗР від однієї корови у рік (табл. 2) були найвищими у ПАП «Дзвін» – 150,6 кг/гол./рік, оскільки у цьому господарстві жива маса корів становила  $595 \pm 21$  кг. У решті досліджуваних господарств викиди на одну голову молочної корови були у межах 138–142 кг/рік. Отримані величини викидів безпосередньо залежали від живої маси корів, яка у цих господарствах була у межах 545–563 кг.

Одним із головних показників, що характеризують ефективність молочного ско-

тарства в тому чи іншому господарстві, є показник молочної продуктивності – надій молока від однієї корови за рік. Зважаючи на це, було проведено розрахунки викидів одорогенних забруднювачів повітря від однієї корови на 1 кг виробленого молока. Було встановлено, що в ПАП «Іванівське» викиди були найнижчими – 0,0198 кг/кг молока. У цьому господарстві надій на одну корову за рік становив 7150 кг. У інших досліджуваних господарствах абсолютні величини викидів ЗР на 1 кг надоеного молока зростали із зниженням молочної продуктивності у такому порядку: ПСП «АФ «Горинь», ПАП «Дзвін», ТОВ «Галичина», ПП «АФ «Медобори», ПП «Прогрес К».

### ВИСНОВКИ

Викиди одорогенних забруднювальних речовин від корови залежать від її живої маси. У розрахунку на 1 кг виробленого молока викиди забруднювальних речовин знижуються із зростанням молочної продуктивності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Marcinkowski T.* 2010. Emisja gazowych związków azotu z rolnictwa. Woda Środ. Obsz. Wiejskie 10(3): pp. 175–189.
2. *Zhukorskyi O.* Emissions of air pollutants from area livestock industry in Ukraine / O. Zhukorskyi, L. Moklyachuk, O. Nykyforuk // *Agricultural science and practice.* – 2014. – No. 2. – P. 39–44.
3. *Szostak B.* 2010. Rodzaje zanieczyszczeń gleby na terenie ferm zwierząt gospodarskich. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 556: 987–993.
4. *Runowski H.* Ekonomiczne aspekty ekologicznej produkcji mleka / H. Runowski // *Roczniki Nauk Rolnicz. Seria G.* – 2009. – T. 96, z. 1. – P. 36–51.
5. *Malaga-Toboła U.* Intensywność organizacji produkcji w ekologicznych i konwencjonalnych gospodarstwach mlecznych [Електронний ресурс] / U. Malaga-Toboła, S. Kocira // *Journal of Agribusiness and Rural Development*. – 2013; (27). – P. 153–165. – Режим доступу: [www.jard.edu.pl](http://www.jard.edu.pl)
6. Методическое пособие по расчёту, нормированию и контролю выбросов вредных веществ в атмосферный воздух. – [Доп. и перераб.]. – СПб.: НИИ «Атмосфера», 2005. – 295 с.
7. Odour-impact assessment around a landfill site from weather-type classification complaint inventory and numerical simulation / C. Chemela, C. Riesenmey, M. Batton-Hubert, H. Vaillant // *Journal of Environmental Management.* – 2012. – No. 93. – P. 85–94.
8. *Hadrich J., Wolf C.* Citizen complaints and environmental regulation of Michigan livestock operations. *Journal of Animal Science* 2011; 89: 277–86.
9. *Schiffman S.S., Williams C.M.* Science of odors as a potential health issue. *Journal of Environmental Quality.* 2005; 34: 129–38.
10. *Schiffman S.S., Gutierrez-Osuna R., Nagle T.H.* Measuring odor intensity with e-noses and other sensor types. *Proceedings of the 9th International Symposium on Olfaction and Electronic Nose;* 2002 Sep. 29–Oct 2; Rome, Italy [[http://research.cs.tamu.edu/prism/publications/isoen02\\_schiffman](http://research.cs.tamu.edu/prism/publications/isoen02_schiffman)].
11. Option for Ammonia Mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen / Edit by S. Bittman, M. Dedina, C.M. Howard, O. Oenema, M.A. Sutton // *Centre For Ecology and Hydrology, Edinburg, UK.* – 2014. – 83 p.
12. Агроекологічна оцінка викидів сполук активного азоту у секторі сільського господарства України / Л.І. Моклячук, О.М. Жуковський, В.О. Пінчук та ін. // *Агроекологічний журнал.* – 2012. – № 2. – С. 36–42.
13. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу от животноводческих комплексов и звероферм (по величинам удельных показателей). – СПб.: НИИ «Атмосфера», 1997. – 15 с.

## REFERENCES

1. *Marcinkowski T.* (2010). Emisja gazowych związków azotu z rolnictwa. Woda Środ. Obsz. Wiejskie, no. 10(3), pp. 175–189 (*in Polish*).
2. *Zhukorskyi O., Moklyachuk L., Nykyforuk O.* (2014). Emissions of air pollutants from area livestock industry in Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, no. 2, pp. 39–45 (*in English*).
3. *Szostak B.* (2010). Rodzaje zanieczyszczeń gleby na terenie ferm zwierząt gospodarskich. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* no. 556, pp. 987–993 (*in Polish*).
4. *Runowski H.* (2009). Ekonomiczne aspekty ekologicznej produkcji mleka. *Roczniki nauk rolnicz, seria G*, T. 96, z. 1, pp. 36–51 (*in Polish*).
5. *Malaga-Toboła U., Kocira S.* (2013). Intensywność organizacji produkcji w ekologicznych i konwencjonalnych gospodarstwach mlecznych. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, no. 1(27), pp. 153–165. Available at: [www.jard.edu.pl](http://www.jard.edu.pl) (*in Polish*).
6. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов вредных веществ в атмосферу воздуха Дополненное и переработанное. [Methodical manual on the calculation, regulation and control of emissions of harmful substances into the atmosphere. Supplemented and revised.]. Sankt-Peterburg, NII «Атмосфера», 2005, 295 p. (*in Russian*).
7. *Chemela C., Riesenmey C., Batton-Hubert M., Vaillant H.* (2012). Odour-impact assessment around a landfill site from weather-type classification complaint inventory and numerical simulation. *Journal of Environmental Management*, pp. 85–94 (*in English*).
8. *Hadrich J., Wolf C.* (2011). Citizen complaints and environmental regulation of Michigan livestock operations. *Journal of Animal Science*, pp. 86–89 (*in English*).
9. *Schiffman S.S., Williams C.M.* (2005). Science of odors as a potential health issue. *Journal of Environmental Quality*, pp. 34–38 (*in English*).
10. *Schiffman S.S., Gutierrez-Osuna R., Nagle T.H.* (2002). Measuring odor intensity with e-noses and other sensor types. *Proceedings of the 9th International Symposium on Olfaction and Electronic Nose*, Sep 29–Oct 2, Rome, Italy, available at: [http://research.cs.tamu.edu/prism/publications/isoen02\\_schiffman](http://research.cs.tamu.edu/prism/publications/isoen02_schiffman) (*in English*).
11. Edit by S. Bittman, M. Dedina, C.M. Howard, O. Oenema, M.A. Sutton. *Option for Ammonia Mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen.* Centre for Ecology and Hydrology, Edinburg, UK, 2014, 83 p. (*in English*).
12. *Moklyachuk L.I., Zhukorskyi O.M., Pinchuk V.O., Meneralov O.I., Keivan O.P., Marchenko O.A.* (2012). Ahroekolohichna otsinka vykydiv spolkiv aktyvnoho azotu u sektori silskoho hospodarstva Ukrainy [Agroecological estimation of emissions of active nitrogen compounds in the agricultural sector of Ukraine] *Ahroekolohichniy zhurnal [Agroecological journal]*, no. 2, pp. 36–42 (*in Ukrainian*).
13. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу от животноводческих комплексов и звероферм (по величинам удельных показателей) [Method of secretions calculation (emissions) of pollutants into the atmosphere from livestock complexes and fur farms (in terms of specific indicators)]. Sankt-Peterburg, NII «Атмосфера», 1997, 15 p. (*in Russian*).