

ЕКОЛОГИЯ

КАЧЕСТВО НА ВОДИТЕ ОТ СОБСТВЕНИ ВОДОИЗТОЧНИЦИ
В ГОВЕДОВЪДНА И ОВЦЕВЪДНА ФЕРМА

ГЕРГАНА КОСТАДИНОВА, ДИАНА ДЕРМЕНДЖИЕВА, ЕЛИЦА ВЪЛКОВА,
ГЕОРГИ БЕЕВ, ТОНЧО ПЕНЕВ, ЯВОР МИКОВ
Тракийски университет, Аграрен факултет – Стара Загора

Водата е лимитиращ екологичен фактор в екотехническите системи за производство на животински продукти, тъй като задоволява питейните, санитарно-хигиенните и технологичните потребности, необходими за тяхното нормално функциониране. За тези цели тя се осигурява от различни водоизточници – повърхностни (реки, язовири, езера) и подземни (кладенци), и чрез различни системи на водоснабдяване – централизирано (като част от водоснабдяването на някое селище) и местно (от кладенци), (Привман, 1983; Георгиева, 2011; Fewtrell and Bartram, 2001).

Местно водоснабдяване от собствени кладенци (сондажни или шахтови) се практикува предимно в малки ферми, а при недостиг на вода за централно хранене, и в по-големи ферми и комплекси. В бедни на питейни води райони този начин на водоснабдяване е единствен източник за осигуряване на вода за животновъдството. Трябва да се има предвид, че в някои отношения местното водоснабдяване е по-неблагоприятно в санитарно отношение от централизираното, защото при него се създават условия за замърсяване на водата както при добиването ѝ, така и до пренасянето ѝ до мястото на потребление (Стоева и Райкова, 1981; Кирова и кол., 2003; Илиев и кол., 2004; Ayers and Westcot, 1985; Christov, 2008).

Webb and Archer (1994) съобщават, че 37% от всички случаи на замърсяване на водите във Великобритания са причинени от торови отпадъци от животновъдните ферми, като в 31% от тях замърсяването е било значително. В страните от ЕС замърсяването на водите с нитра-

ти (на места достигнало 50 mg/l) в най-голяма степен се свързва с отпадъците от животновъдството (Welte and Timmermann, 1989; Nielsen, 1991; Cordoba et al., 2010). Niewolak and Golas (2000) установяват наднормено съдържание на амоняк, нитрити и нитрати, както и голям брой микроорганизми (*E. coli*) във водите на дълбоки вододайни кладенци от райони на големи животновъдни обекти.

У нас проучване на подпочвени води, използвани за поене на животни във ферми от региона на Стара Загора (Захариева и Делев, 1985) показва, че стойностите на рН (7.4 -7.5 рН единици), окисляемостта (до 1.75 mg/l) и съдържанието на амониеви йони (0.46 mg/l) са в границите на нормата, докато това на нитритите (5.6 mg/l), нитратите (69.5 mg/l) и максималните стойности за Са (168 mg/l) превишават допустимите прагове. Концентрациите на Mg, Mn, Cu, Pb и Zn са под съответната ПДК, наличие на Cr и Cd не се доказва. Авторите правят извода, че високите нива на нитратите в подпочвените води са резултат от интензивното наторяване на обработваемите площи с изкуствени торове.

Тихова и Александров (1995) установяват, че при неспазване на зоохигиенните и екологичните изисквания при изграждането и експлоатацията на кладенци в животновъдни ферми и при неправилно съхранение на тора, качеството на водите не отговаря на изискванията за питейни води по отношение на редица показатели - нитрати, фосфати, брой и вид на микроорганизмите.

Отпадъчните води от животновъдството съдържат огромно количество различни по про-

изход микроорганизми (обикновено десетки милиони в 1 cm³). Освен сапрофитни бактерии, които играят ключова роля при минерализацията на органичните вещества, в тях могат да попаднат болестотворни микроорганизми (колиформи, ентерококи, салмонели, причинители на холера, коремен тиф, паратиф, дизентерия, туберкулоза и др.) и яйца на хелминти. При проникване в подземните води те ги замърсяват и ги правят опасни за използване, в т.ч. за питейни цели в животновъдството (**Билдирев и кол.**, 1995; **Stevik et al.**, 2004).

Наши по-ранни проучвания (**Костадинова и кол.**, 2003) на води от кладенци в краевферми с малък капацитет (10 - 40 крави) от района на Стара Загора разкриват, че качеството на водите отговаря на регламентираните норми по отношение на изследваните органолептични (цвет, прозрачност, мирис, вкус) и физикохимични (температура, рН, перманганатна окисляемост, обща твърдост, хлориди, амоняк, нитрити, нитрати) показатели и се отклоняват от тях по показателите микробно число и коли-титър. До подобен извод достигат **Петков и кол.** (2004), които изследват води от собствени водоизточници по същите показатели в свинеферми с различен капацитет (35-300 свине-майки) от област Стара Загора.

Краткият анализ на досегашните проучвания за качеството на водите, добивани от собствени водоизточници в екотехнически системи на животновъдството показва, че независимо от местоположението на обекта, капацитета, вида и броя на отглежданите животни, съществуват отклонения от стандарта по отделни показатели (най-често нитрати, фосфати, някои тежки метали, микроорганизми), които са рискови за замърсяването на околната среда и за здравето на отглежданите животни.

Целта на настоящото проучване бе да се изследва и оцени качеството на водите, добивани от собствени сондажни кладенци в говедовъдна и овцевъдна ферма от район със силно антропогенно въздействие, като природен ресурс и като ресурс за поене на животните, по основни органолептични, физикохимични и микробиологични показатели.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучването беше извършено за периода от м. януари до м. септември 2014 г. в две животновъдни ферми (говедовъдна и овцевъдна) на Института по земеделие - Стара Загора. Фермите се намират в район със силно антропогенно въздействие, тъй като са близо до голям урбанизиран и промишлен център (Стара Загора), енергийния комплекс „Марица-Изток“, натоварени транспортни коридори (автомагистрала „Тракия“, жп възел и др.).

Говедовъдна ферма. Фермата е разположена на 8 km югоизточно от Стара Загора върху площ от 10 dka и н.в. 140 m. В нея има три производствени сгради за свободно-боксово отглеждане на 200 дойни крави от породите БКГ, БЧГ и БСГ с достъп до дворчета за разходка. Почистването на помещенията и на дворчетата се извършва с мобилна техника, като отстранената торова маса се съхранява на бетонна площадка, разположена на 10 m от най-близката сграда.

Поенето на животните се осъществява с автоматични поилки (в помещенията) и водопойни корита, с постоянно течаща вода (в дворчетата за разходка), захранвани от собствен водоизточник (кладенец), разположен на 25 m, северозападно от производствените сгради (N 42.23336° E 25.41683°).

Овцевъдна ферма. Фермата е ситуирана на 7 km югоизточно от Стара Загора върху площ от 6 dka и н.в. 140 m. Тя разполага с четири производствени сгради за отглеждане на 800 овце, разпределени по 200 в една сграда. Животните, от породите Ил дьо Франс (200 бр.), Шароле (200 бр.), Тракийска тънкорунна (200 бр.) и Местна старозагорска овца (200 бр.), се отглеждат свободно-боксово с достъп до дворчетата за разходка. Почистването на помещенията и на дворчетата се извършва с мобилна техника, като отстранената торова маса се съхранява в торохранилище, разположено на 30 m от най-близката сграда.

Поенето на овцете се осъществява посредством водопойни корита, разположени в дворчетата за разходка. Те се захранват с вода от собствен водоизточник (кладенец), отстоящ на

15 m, югоизточно от производствените сгради (N42.23336° E25.40975°).

За целите на изследването от кладенеца на всяка ферма бяха взети по 5 проби вода за анализ, или общо 10 проби.

Показатели, определяни на място. На място (*in situ*), непосредствено след самото вземане на пробите, с преносим многопараметричен уред Multi 340i/SET бяха определени общофизичните показатели на изследваните води: температура (°C); активна реакция (pH) - ISO 10523 (pH – електрод) и електропроводимост ($\mu\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$) - БДС EN 27888 (Cond – електрод, с вграден температурен сензор).

Показатели, определяни в научноизследователска лаборатория (Аграрен факултет при Тракийски университет-Стара Загора). **Органолептични** (БДС 8451 –77): цвят - визуално с платино-кобалтова скала; прозрачност - по метода на Снелен; мирис - описателно в балове; вкус – описателно.

Химични: перманганатна окисляемост - БДС 3413, с KMnO_4 в сярнокисела среда; Са, Mg и обща твърдост - БДС ISO 6059, комплексно-нометричен метод; амониев йони (NH_4^+) - БДС 17.1.4.10, спектрометричен метод с реактив на Неслер; нитрити (NO_2^-) - БДС ISO 26777, спектрометричен метод с α – нафтиламин; нитрати (NO_3^-) - БДС 17.1.4.12, спектрометричен метод с фенолдисулфонова киселина; хлориди (Cl^-) - БДС ISO 9297, по метода на Мор; сульфати (SO_4^{2-}) – БДС 3588, спектрометричен метод с разтвор на BaCl_2 ; фосфати (PO_4^{3-}) – БДС EN ISO 6878, спектрометричен метод с амониев молибдат; тежки метали (Fe, Zn, Mn, Cd, Pb) - чрез атомноабсорбционна спектрометрия – ААС тип PerkinElmer, на кювета или в пламък, в зависимост от концентрацията на тези елементи, при определена дължина на вълната и предварително консервиране на водните проби с к. HNO_3 (БДС EN ISO 5667-3).

Микробиологични: **Микробно число** (общ брой жизнеспособни сапрофити мезофилни аеробни микроорганизми), (Колонообразуващи единици - КОЕ/ml вода) - БДС EN ISO 6222, чрез равномерна посявка на определено количество от взетата проба вода върху месо-

пептонен агар (BBL, USA), разлят върху стерилни пертиевни панички, поставени за 24 h при 37 ± 1 °C, при нормални атмосферни условия. Броят на прорасналите колонии бе отчитан след 24 h. **Брой колиформи** (КОЕ/ml вода) - БДС EN ISO 9308-1, БДС EN ISO 9308-3, чрез стандартен ферментационен (бродилен) метод върху среда на Кеслер.

Оценка на качеството на изследваните проби води като природен ресурс е направена в две категории „добро“ и „лошо“ състояние чрез сравняване на получените резултати с регламентираните норми за отделните показатели по **Наредба № 1** (2007), а като ресурс за поене на селскостопански животни - по **Наредба № 9** (2001), съгласно Чл. 4, ал. 1, т.3 на **Наредба № 44** (2006) за ветеринарномедицинските изисквания към животновъдни обекти и по **БДС 6553**-Вода за водопой на животни.

Оценката на качеството на водите, при едновременно присъствие в тях на *нитрити* (NO_2^-) и *нитрати* (NO_3^-) е направена по комплексен показател, в съответствие с изискванията на чл. 3 от **Наредба № 9** (2001), по формулата:

$$C_{(\text{NO}_2^-)}/\text{MC}_1 + C_{(\text{NO}_3^-)}/\text{MC}_2 \leq 1, \text{ където:}$$

$C_{(\text{NO}_3^-)}$ - фактически установената концентрация на нитратите във водата (mg/l);

$C_{(\text{NO}_2^-)}$ - фактически установената концентрация на нитритите във водата (mg/l);

MC_1, MC_2 – максимално допустима стойност на нитрити/нитрати във водата.

Обработката на данните и графичното оформление на фигурите са извършени с помощта на *Excel* (Microsoft Office 2000) и *Statistix*, Version 4,0 (Analytical Software, 1992).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Оценка на качеството на проучваните подземни води като природен ресурс:

Анализът на данните и оценките на водите по изследваните физикохимични показатели, регламентиранни в **Наредба № 1** (2007), е следният (табл. 1)

Активна реакция (pH). Стойностите на показателя се колебаят в много тесен диапазон – от 6.62 до 7.31 рН единици, без съществена

Таблица 1. Средни (C_x), минимални (C_{\min}) и максимални (C_{\max}) стойности на изследваните органолептични, физикохимични и санитарно-хигиенни показатели на водите от кладенци в животновъдни ферми

Table 1. Average (C_x), minimum (C_{\min}) and maximum (C_{\max}) values of the studied organoleptic, physico-chemical and sanitary-hygienic indices of water from wells in livestock farms

№	Показатели/ Indicators	Дименсия/ Unit of measure	Код на ПМ*	$C_{x \pm SD}$ (n=5)	C_{\min}	C_{\max}	ПДС подземни води**	МС питейни води***
А. Органолептични / Organoleptic								
1.	Вкус/Taste	-	$K_{\text{оф}}^{-1}$ $K_{\text{оф}}^{-2}$	Без привкус Без привкус	- -	- -	- -	****
2.	Мирис/Odour	-	$K_{\text{оф}}^{-1}$ $K_{\text{оф}}^{-2}$	Без мирис Без мирис	- -	- -	- -	****
3.	Прозрачност / Transparency	cm	$K_{\text{оф}}^{-1}$ $K_{\text{оф}}^{-2}$	> 60 > 60	- -	- -	- -	≥ 30
4.	Цвят/Color	Цветни гра- дуси	$K_{\text{оф}}^{-1}$ $K_{\text{оф}}^{-2}$	5 5	- -	- -	- -	15/*****
Б. Физикохимични / Physico-chemical								
5.	Температура/ Temperature	T °C	$K_{\text{оф}}^{-1}$ $K_{\text{оф}}^{-2}$	15.1±3.70 14.4±5.43	11.0 8.40	19.2 18.5	-	***** 5.0-16.0
6.	pH	Единици	$K_{\text{оф}}^{-1}$ $K_{\text{оф}}^{-2}$	7.01±0.23 7.04±0.27	6.69 6.62	7.28 7.31	≥ 6.5 – ≤ 9.5	≥ 6.5 – ≤ 9.5
7.	Електро- проводимост/ Electrical conductivity	$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	$K_{\text{оф}}^{-1}$ $K_{\text{оф}}^{-2}$	804.2±9.47 804.8±5.22	788.2 797.1	813.5 810.4	2000	2000
8.	Обща твърдост/ Total hardness	mgqv/l	$K_{\text{оф}}^{-1}$ $K_{\text{оф}}^{-2}$	5.89±0.43 5.97±0.44	5.54 5.40	6.36 6.49	12	12
9.	Ca	mg/l	$K_{\text{оф}}^{-1}$ $K_{\text{оф}}^{-2}$	61.6±6.18 52.9±3.45	51.7 48.9	66.5 56.9	150	150

10.	Mg	mg/l	K _{ср} ⁻¹ K _{оф} ⁻²	40.3±1.84 40.5±4.01	38.2 36.0	42.8 45.2	80 80	
11.	Окисляемост/ Oxidisability	mgO ₂ /l	K _{ср} ⁻¹ K _{оф} ⁻²	0.61±0.43 0.56±0.34	0.16 0.24	1.26 1.00	5.0 5.0	
12.	Амониеви йони (NH ₄ ⁺)	mg/l	K _{ср} ⁻¹ K _{оф} ⁻²	0.28±0.22 0.31±0.41	0.04 0.02	0.58 1.02	0.50 0.50	
13.	Нитрити (NO ₂ ⁻)	mg/l	K _{ср} ⁻¹ K _{оф} ⁻²	0.05±0.04 0.15±0.25	0.02 0.01	0.11 0.59	0.50 0.50	
14.	Нитрати (NO ₃ ⁻)	mg/l	K _{ср} ⁻¹ K _{оф} ⁻²	36.3±7.06 34.3±15.2	28.7 17.3	43.8 56.0	50 50	
15.	Сулфати (SO ₄ ²⁻)	mg/l	K _{ср} ⁻¹ K _{оф} ⁻²	2.71±0.62 2.69±0.59	1.60 1.64	3.04 2.99	250 250	
16.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	mg/l	K _{ср} ⁻¹ K _{оф} ⁻²	0.41±0.30 0.33±0.32	0.03 0.03	0.68 0.88	0.50 0.50	
17.	Хлориди (Cl ⁻)	mg/l	K _{ср} ⁻¹ K _{оф} ⁻²	28.7±6.03 31.2±3.36	22.0 27.2	38.3 36.2	250 250	
B. Тежки метали / Heavy metals								
18.	Mn	µg/l	K _{ср} ⁻¹ K _{оф} ⁻²	4.26±1.39 2.00±0.75	3.28 1.47	5.24 2.53	50 50	
19.	Fe	µg/l	K _{ср} ⁻¹ K _{оф} ⁻²	6.45±1.51 2.49±1.78	5.38 1.23	7.52 3.75	200 200	
20.	Zn	mg/l	K _{ср} ⁻¹ K _{оф} ⁻²	0.010±0.002 0.009±0.001	0.008 0.008	0.0120.010	1.0 4.0	
21.	Pb	µg/l	K _{ср} ⁻¹ K _{оф} ⁻²	0.51±0.001 0.50±0.001	0.46 0.46	0.53 0.52	10 10	
22.	Cd	µg/l	K _{ср} ⁻¹ K _{оф} ⁻²	0.05±0.03 0.02±0.01	0.01 0.02	0.08 0.05	5.0 5.0	

Г. Санитарно-хигиенни / Sanitary-hygienic							
23.	Микробно число/Total number of microorganisms	KOE/ml CFU/ml *****	K _{рф} -1 K _{оф} -2	14.3±5.68 12.5±22.3	8.0 1.0	20 46	****
	Брой коли-форми/Number of coliforms	KOE/ml CFU/ml	K _{рф} -1 K _{оф} -2	3.00±2.16 2.50±3.00	1.00 1.00	6 7.0	0/100

*ПМ – пункт за мониторинг/MP- monitoring point; K_{рф}-1 – кладенец говедовъдна ферма/well cattle farm; K_{оф}-2 – кладенец овцевъдна ферма/well sheep farm;

**ПДС – Пределно допустима стойност съгласно Наредба № 1/2007 г. за проучване, ползване и опазване на подземни води/Limit value according Regulation No 1/2007 for exploring, use and protection of groundwater ;

***МС – Максимална стойност съгласно Наредба № 9/2001 г. за качеството на водата, предназначена за питейно-битови цели/Maximum value according Regulation No 9/2001 on the quality of water intended for drinking purposes;

****Приемлив за потребителите и без значими колебания спрямо обичайното за показателя по Наредба № 9/2001 г./Acceptable for consumers and without significant fluctuations compared the usual state according to Regulation No 9/2001;

***** Съгласно БДС 6553. Вода за водопой на животни/According to BSS 6553. Water for watering of animals;

***** КОЕ – Колониеобразуващи единици / CFU - Colony forming units.

разлика в средните стойности между двата кладенеца. Получените резултати за рН са в рамките на нормата ($\geq 6.5 - \leq 9.5$ рН единици) и определят „добро“ качество на водите.

Електропроводимост ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Средните стойности на електропроводимостта в двата пункта за мониторинг, които са почти еднакви ($804.2 \pm 9.47 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ в ПМ-K_{рф}-1 и $804.8 \pm 5.22 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ в ПМ-K_{оф}-2), са 2.5 пъти по-ниски от ПДС ($2000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), което характеризира водите от проучваните кладенци като води в „добро“ качество по този показател.

Обща твърдост (mgkv/l). Стойностите на общата твърдост на изследваните води са в сравнително тесни граници – от 5.54 до 6.36 mgkv/l в ПМ-K_{рф}-1 и от 5.40 до 6.49 mgkv/l в ПМ-K_{оф}-2, които са много по-ниски от ПДС – 12 mgkv/l. Тези резултати класират водите на двата кладенеца като води в „добро“ качество.

Са и Mg (mg/l). Установените резултати за съдържанието на Mg са почти еднакви за водите от двата кладенеца ($40.3 \pm 1.84 \text{ mg/l}$ в ПМ-K_{рф}-1 и $40.5 \pm 4.01 \text{ mg/l}$ в ПМ-K_{оф}-2), докато по отношение съдържанието на Са разликите в стойностите са по-добре изразени (съответно $61.6 \pm 6.18 \text{ mg/l}$ и $52.9 \pm 3.45 \text{ mg/l}$). И по двата показателя изследваните подземни води отговарят на изискванията, тъй като измерените концентрации са много по-ниски (с 2.4-2.8 пъти за Са и с 2.0 пъти за Mg) от съответната пределно допустима граница, което ги детерминира като води с „добро“ качество.

Перманганатна окисляемост (mgO_2/l). Средните стойности за проучвания период ($0.61 \pm 0.43 \text{ mgO}_2/\text{l}$ в ПМ-K_{рф}-1 и $0.56 \pm 0.34 \text{ mgO}_2/\text{l}$ в ПМ-K_{оф}-2) са по-ниски от ПДС (5.0 mg/l), с 8.1 пъти в ПМ-K_{рф}-1 и с 8.9 пъти в ПМ-K_{оф}-2. Това определя водите на двете подземни водни тела като води в „добро“ качество.

Амониеви йони (NH_4^+ , mg/l). Съдържанието на амониеви йони във водите се колебае в доста широки граници – от 0.02 mg/l до

1.02 mg/l, но без съществена разлика по отношение на средните стойности между изследваните кладенци, които са по-ниски от 1.6 до 1.8 пъти от ПДС (0.50 mg/l). По този показател резултатите характеризират проучваните води като такива в „добро“ качество.

Нитрити (NO_2^- , mg/l). Нивата на нитритите във водите на двата кладенеца демонстрират значителни колебания през наблюдавания период - от 0.02 mg/l до 0.59 mg/l, с добре подчертана, но статистически недоказана разлика в средните им стойности, които са многократно по-ниски от ПДС (до 0.5 mg/l) и класифицира водите в тях, като води в „добро“ качество.

Нитрати (NO_3^- , mg/l). Количеството на нитратите в изследваните води се променя в широк диапазон – от 17.3 до 56.0 mg/l, но със средни стойности, които са с много близки значения, под ПДС за природни води (50 mg/l). Това определя „добро“ качество на водите.

Сулфати (SO_4^{2-} , mg/l). Измерените концентрации са незначителни (1.60 – 3.04 mg/l), което дава основание изследваните води да се характеризират като бедни на сулфатни соли. Установените стойности са многократно по-ниски от ПДС (250 mg/l) - над 92 пъти и детерминират качество на водите от двете водни тела като „добро“.

Фосфати (PO_4^{3-} , mg/l). Тяхното количество разкрива значителна динамика на вариране - от 0.03 до 0.88 mg/l, но средните им стойности за проучвания период са по-ниски от 1.2 до 1.5 пъти, от ПДС (0.50 mg/l). По съдържание на фосфати качеството на водите от двата кладенеца се класифицира като „добро“.

Хлориди (Cl^- , mg/l). Въпреки установената диференциация в нивата на хлоридите между изследваните кладенци (28.7±6.03 mg/l ПМ-К_{гф}-1 и 31.2±3.36 mg/l в ПМ-К_{оф}-2), всички стойности са многократно по-ниски от ПДС (250 mg/l), и характеризират водите в тях, като води в „добро“ качество.

Тежки метали и микроелементи (Mn, Fe, Zn, Pb, Cd). Концентрациите на изследваните елементи във водите на двата кладенеца са по-ниски от съответната пределно допустима стойност (ПДС), както следва: Mn – от 9.5 до

34.0 пъти; Fe от 26.6 до 162.6 пъти; Zn от 83.3 до 125 пъти; Pb от 18.9 до 21.7 пъти и Cd от 62.5 до 500 пъти. Тези резултати детерминират водите на проучваните кладенци като води в „добро“ качество.

Анализът на данните разкрива различен диапазон на вариране в стойностите на тежките метали по мониторингови пунктове. В най-голяма степен това е изразено при елемента Fe (1.4 пъти в ПМ-К_{гф}-1 и 3.0 пъти в ПМ-К_{оф}-2), следван от елемента Cd (съответно 2.0 и 2.5 пъти), Mn (1.6 и 1.7 пъти), Zn (1.25 и 1.5 пъти) и Pb (1.15 и 1.13 пъти). При сравняване на резултатите за двете водни тела се установява, че концентрациите на тежките метали се колебаят в по-широки граници в кладенеца на овцефермата (ПМ-К_{оф}-2), макар и с по-ниски стойности, спрямо тези в говедовъдната ферма (ПМ-К_{гф}-1). В същото време, при средните стойности за проучвания период, се наблюдава обратна зависимост – те са по-високи за кладенеца на говедовъдната ферма (ПМ-К_{гф}-1) и по-ниски за кладенеца на овцефермата (ПМ-К_{оф}-2). По-високите нива на тежки метали, при по-слаба времева промяна в концентрациите им в кладенеца на говедовъдната ферма (ПМ-К_{гф}-1), в сравнение с тези в овцефермата (ПМ-К_{оф}-2), предполагат по-системно проникване на инфилтрати с по-голямо съдържание на тежки метали в подземните води около кладенеца на говедовъдната ферма.

Въпреки че всички измерени стойности за съдържание на тежки метали и микроелементи във водите на двата водоизточника са значително по-ниски от съответната ПДС по **Наредба № 1 (2007)**, те заслужават внимание поради обстоятелството, че дават представа как два кладенеца, които отстоят един от друг на 2 km, могат да бъдат подложени на различно по степен замърсяване с тежки метали. Разгледаният казус показва колко сложни и противоречиви могат да бъдат факторите на средата, които влияят върху формирането на концентрациите на тежките метали в подземните води на близко разположени водни тела.

Обобщената оценка (определена по най-лошата оценка за даден показател, съгласно

Наредба № 1/2007 г.) характеризира водите в проучваните подземните водни тела по анализирани физикохимични показатели, като води в „добро“ качество. Следователно, по тези показатели не се доказва антропогенен натиск върху подземните води на двата кладенеца.

Оценка на качеството на проучваните подземни води като ресурс за поене на животните:

Анализът и оценката на подземните води от проучваните кладенци, направени по 24 показателя, 23 от които регламентирани в **Наредба №9 (2001)** и 1 в БДС 65-53, са следните (табл. 1)

Органолептични показатели (вкус, мирис, прозрачност, цвят). По стойности и характеристики тези показатели не се различават за двата кладенца и имат следните значения:

Вкус. Всички изследвани проби вода от водоизточниците в животновъдните ферми бяха без страничен привкус и отговаряха на изискването по **Наредба № 9 (2001)** “вкусът на водата да бъде приемлив за потребителите и без значими колебания спрямо обичайното за показателя”.

Мирис. Анализирани проби вода бяха без мирис и отговаряха на изискванията на **Наредба № 9 (2001)**, съгласно която “мирият на водата да бъде приемлив за потребителите и без значими колебания спрямо обичайното за показателя”.

Прозрачност (по Снелен). В **Наредба № 9 (2001)** е регламентиран показателят „мътност“, който е противоположен на показателя „прозрачност“, но и двата показателя характеризират една и съща качествена характеристика на водите. Резултатите показват, че стойностите за прозрачността на всички анализирани проби води надвишават 60 cm височина на водния стълб, през който се чете ясно, регламентираният по методика буквен шрифт на Снелен, при допустима долна граница 30 cm, което е в границите на нормата за води за питейни цели.

Цвят. Водата от двата кладенеца беше без цвят и съответстваше на изискванията на **Наредба № 9 (2001)**, според която “цветът на водата да бъде приемлив за потребителите и без значими колебания спрямо обичайната стойност на показателя“. Оценката на водите по

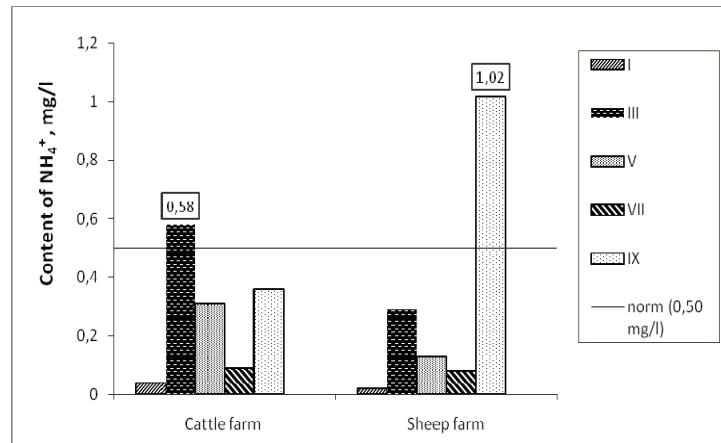
този показател, по БДС 2823-83 показва, че при всички проби цветът на водата (изразен в цветни градуси по Рубльовската скала) не надвишаваше 5° Цв., при норма до 15° Цв.

По органолептични показатели водите в кладенците на проучваните ферми отговарят на регламентираните нормативни изисквания за качество, за поене на отглежданите говеда и овце.

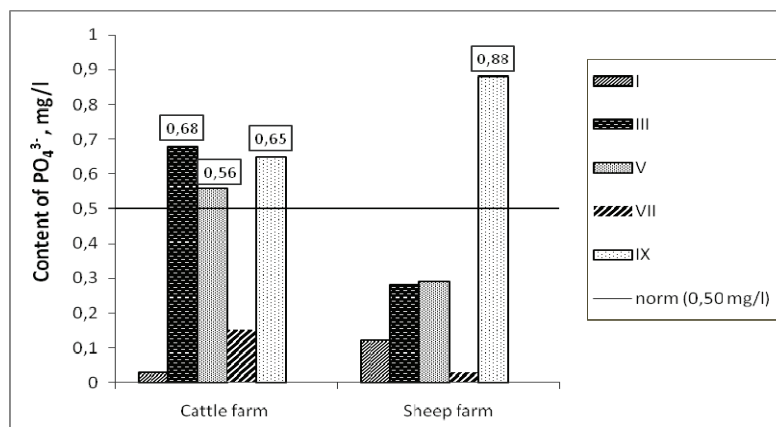
Физикохимични показатели. Анализът на резултатите за тази група показатели разкри, че по стойности на рН, електропроводимост, обща твърдост, Са, Mg, перманганатна окисляемост, сулфати, хлориди, Mn, Fe, Zn, Pb и Cd, изследваните води отговарят на стандарта за качество по **Наредба № 9 (2001)**, тъй като всички стойности (средни, минимални и максимални) за тези показатели са по-ниски от съответната ПДС (табл. 1).

Отклонения от нормите се установява за съдържание на амониеви йони през м. март (0.58 mg/l) в ПМ-К_{рф}-1 и през м. септември (1.02 mg/l) в ПМ-К_{оф}-2 (фиг. 1); за фосфати през месеците март (0.68 mg/l), май (0.56 mg/l) и септември (0.65 mg/l) в ПМ-К_{рф}-1 и през м. септември (0.88 mg/l) в ПМ-К_{оф}-2 (фиг. 2); за нитрити и нитрати през м. юли (съответно 0.59 mg/l и 56.0 mg/l) в ПМ-К_{оф}-2, където максималните им стойности превишават съответните пределно допустимите прагове за питейни води. През месеците с наднормени количества на амониеви йони, нитрити, нитрати и фосфати, качеството на водите не отговаря на изискванията за поене на отглежданите във фермите животни.

Едновременното присъствие на амониеви йони, нитрити, нитрати и фосфати в подземните води е индикатор за продължаващо замърсяване с органични отпадъци, най-вероятно с инфилтрати от площадките за съхраняване на торовите отпадъци във фермите, които са в близост до водоизточниците. Този процес е по-силно изразен за водите на кладенеца в овцефермата, където се намират и трите форми на азотни съединения, и на фосфати. В кладенеца на говедовъдната ферма се установяват наднормени нива само за амониеви йони и за фосфати, които са значително по-ниски от тези във водите на кладенеца от овцефермата. Това



Фиг. 1. Съдържание на амониеви йони във водите на изследваните кладенци, по месеци
 Fig. 1. Ammonia content in water of the investigated farm wells, by months



Фиг. 2. Съдържание на фосфати във водите на изследваните кладенци, по месеци
 Fig. 2. Phosphates content in water of the investigated farm wells, by months

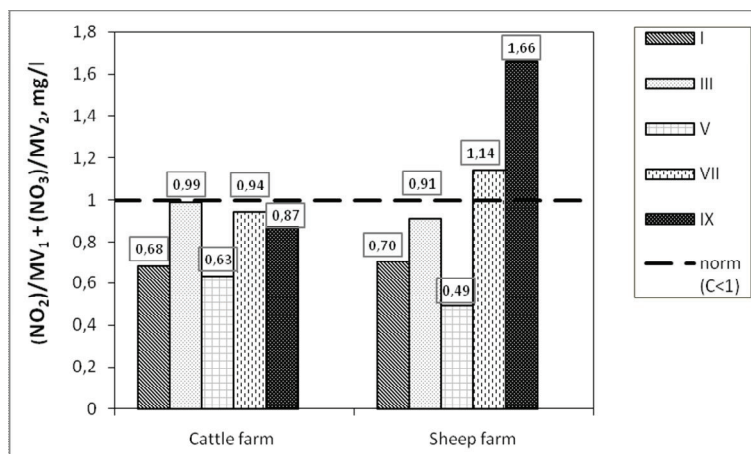
показва, че факторите и процесите, които влияят върху замърсяването на водите в кладенеца на говедовъдната ферма и на овцефермата, са различни по динамика и последователност на протичане.

Стойностите за температурата на водата от двата кладенеца се колебаят от 8.4 °C в ПМ-К_{оф}-2 до 19.2 °C в ПМ-К_{рф}-1. Тези резултати характеризират подземните води като хладни, тъй като според **Игнатова** (1992), в тази група попадат водите с температура до 20 °C.

Преценени по показател температура, водите на двата водоизточника са в обхвата на нормата по **БДС 6553** (5.0-16 °C) през месеците януари, март и юни, докато през месеците юли и септември температурите надвишават горния допустим праг. Установените превишения на

стандарта не са големи (остават в диапазона на хладните води) и не са пречка водите да се използват за поене на отглежданите говеда и овце. Смята се, че вода с температура в установените граници най-добре удовлетворява жаждата, действа освежаващо, адекватен дразнител е на стомашната лигавица и стимулира функциите на храносмилателния тракт при селскостопанските животни (**Петков и Байков**, 1988).

Амплитудата на вариране на температурата на водата през проучвания период е с близки значения за двата кладенеца - 8.2 °C в ПМ-К_{рф}-1 и 10.1 °C в ПМ-К_{оф}-2. Въпреки това, установените разлики дават основание да се предполага, че водите на кладенеца в говедовъдната ферма са от по-дълбоки земни пластове, спрямо тези на кладенеца в овцефермата. Аргументите за



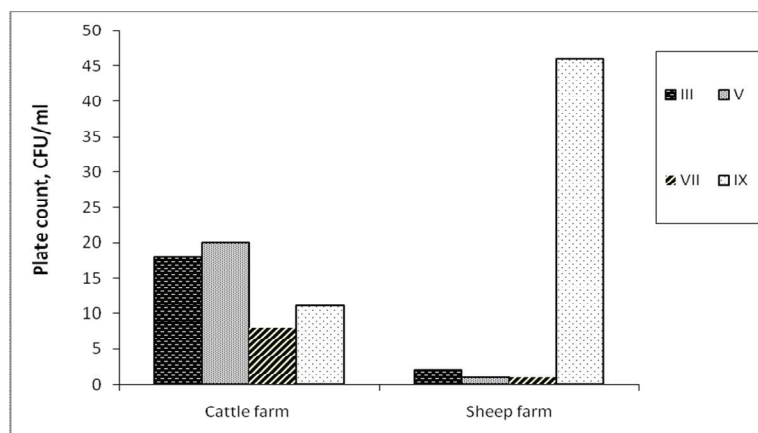
Фиг. 3. Суми от отношенията на фактическите концентрации на нитритите и нитратите във водите на кладенците в говедовъдната и овцевъдната ферми към съответната максимална стойност (МС) на показателя, по месеци

Fig. 3. $(NO_2^-)/MV_1 + (NO_3^-)/MV_2 = C \leq 1$

(NO_2^-) , (NO_3^-) - content of nitrites/nitrates in water, mg/l;

MV_1 - maximum value of nitrites in water - 0.50 mg/l;

MV_2 - maximum value of nitrates in water - 50 mg/l



Фиг 4. Микробно число на водите от изследваните кладенци, по месеци

Fig. 4. Total number of microorganisms in water of the investigated farm wells, by months

такова предположение са два. Първият се отнася до факта, че амплитудата на температурата на водата в ПМ-К_{гф}-1 е със 1.9 °C по-малка, от тази в ПМ-К_{оф}-2. Тази разликата може да бъде обяснена с различната дълбочина на почвените води на двете водни тела. Температурата на по-плитко разположените води се влияе в по-голяма степен от промяната на атмосферната температура през отделните сезони, което води и до по-големи колебания в стойностите ѝ през годината (ПМ-К_{оф}-2). При по-дълбоко разположени води (ПМ-К_{гф}-1) влиянието на този

фактор е по-слабо изразено и температурата на водата се колебае в по-тесни граници. Вторият аргумент е косвен и се отнася до нивото на замърсяване на подземните води. Докато във водите на кладенеца от говедовъдната ферма се установяват наднормени нива на амониеви йони и фосфати, то във водите на кладенеца от овцевъдната ферма се съдържат още нитрити и нитрати. Освен това, концентрациите на всички тези замърсители са по-ниски в кладенеца на говедовъдната ферма, в сравнение с кладенеца на овцевъдната ферма. Според нас, причините за това

състояние е обстоятелството, че инфилтратите от повърхностните земни пластове, съдържащи азотни съединения и фосфати, изминават по-дълъг път, до по-дълбоко разположените подземни води (ПМ-К_{гф}-1), което създава предпоставки за тяхното по-добро самопречистване (минерализиране, в резултат на микробна дейност), в сравнение с по-плитко разположените води (ПМ-К_{оф}-2). Подобно обяснение за времево-пространственото разпределение на амониите йони, нитритите и нитратите в подземните води на кладенци в населени места от същия регион дава и **Georgieva et al.** (2011).

Друг аспект от оценката на водите е тази по съвместно присъствие на нитрати и нитрити. Тя е направена по **Наредба № 9** (2001) и показва, че качеството на подземните води отговаря на изискванията по този комплексен показател ($C \leq 1$) за кладенеца в говедовъдната ферма (ПМ-К_{гф}-1) през целия проучван период ($C =$ от 0.63 през м. май до 0.94 през м. юли), а за кладенеца в овцефермата (ПМ-К_{оф}-2) - през месеците януари, март и май ($C =$ от 0.49 до 0.91). През останалите два месеца – юли и септември, стойностите на показателя за водите на кладенеца в овцефермата превишават допустимия праг (съответно $C=1.14$ и $C=1.66$), (фиг. 3). Следователно, през тези месеци питейните води на овцефермата не са отговаряли на изискванията за поене на животните.

Микробиологични показатели (Микробно число, Брой колиформи). Микробното число на изследваните води варира в широк диапазон – от 1.0 до 46 КОЕ/ml. По средни стойности на показателя броя на микроорганизмите е по-голям в ПМ-К_{гф}-1 (14.3 ± 5.68 КОЕ/ml) и по-малък в ПМ-К_{оф}-2 (12.5 ± 22.3 КОЕ/ml).

Оценката на качеството на водите по този показател, направена по **Наредба № 9** (2009), показва, че микробното число се колебае в много по-голям обхват за водите от кладенеца в овцефермата (46 пъти е разликата между минималната и максималната стойност), в сравнение с този в кладенеца на говедовъдната ферма (2.5 пъти). Следователно, като отговарящи на изискванията, могат да бъдат определени водите в говедовъдната ферма, където колебанията

в общия брой на микроорганизмите през контролираните месеци на проучвания период са в по-тесни и по-приемливи граници. Водите в овцефермата не удовлетворяват нормативно определената дефиниция - „общият брой на микроорганизмите да бъде приемлив за потребителите и без значими колебания спрямо обичайното за показателя” (фиг 4).

Броят на колиформите във водите на двата кладенеца е от 1.0 до 7.0 КОЕ/ml. По този показател качеството на водите не отговаря на изискванията за питейни цели, тъй като в тях се доказва наличие на колиформи, в по-малко от 100 ml вода, при норма 0 КОЕ/100 ml вода.

Интересно е да се отбележи, че между общия брой на микроорганизмите (микробното число) и броя на колиформите се наблюдава положителна зависимост. По-големият общ брой микроорганизми във водите на кладенеца в говедовъдната ферма кореспондира с по-големия брой и на колиформите, в сравнение с кладенеца на овцефермата. Зависимостта не е статистически доказана, поради което смятаме, че изследванията в тази насока трябва да продължат, за да се получат по-убедителни доказателства за потвърждението или отхвърлянето на тази теза.

Наличието на колибактерии в подземните води е критерий за фекално замърсяване (**Данон-Моше и кол.**, 1985; **Unc and Goss**, 2004; **Turovskiy and Mathai**, 2006). В разглеждания случай много вероятно е замърсяването на водите на двата кладенеца да има същия характер, но не от битово-фекални води на населени места, а от инфилтрати от торови отпадъци в подземните води, също много богати на микроорганизми, в т.ч. колиформи. Основания за подобно твърдение ни дават и резултатите от наши по-ранни проучвания (**Костадинова и кол.**, 2003), които показват, че в съхраняван върху земната повърхност на територията на говедовъдната ферма тор, микробното число (МЧ) е от порядъка на $8400-11700 \cdot 10^3$ КОЕ/g, а коли-титърът 0.004-0.009 ml.

ИЗВОДИ

Качеството на водите, добивани от собствени сондажни кладенци в проучваните ферми:

- оценени като природен ресурс, се определя като “добро“ по отношение на изследваните физикохимични показатели: рН, електропроводимост, обща твърдост, Са, Mg, перманганатна окисляемост, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Cl, Mn, Fe, Zn, Pb и Cd.

- отговаря на регламентираните норми за поене на селскостопански животни по всички органолептични (вкус, мирис, прозрачност, цвят) и по част от физико-химичните (рН, електропроводимост, обща твърдост, Са, Mg, перманганатна окисляемост, сулфати, хлориди, Mn, Fe, Zn, Pb и Cd) и санитарно-хигиенни (микробно число за кладенеца в говедовъдната ферма) показатели.

- не съответства на стандарта за качество за води за питейни цели по съдържание на NH_4^+ и PO_4^{3-} за кладенеца в говедовъдната ферма; по съдържание на NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} и микробно число за кладенеца в овцефермата; по брой колиформи във водите на кладенците на двете ферми.

- оценено по съвместно присъствие на нитрати и нитрити, удовлетворява нормативните изисквания по този комплексен показател ($C \leq 1$) за кладенеца в говедовъдната ферма през целия проучван период, а за кладенеца в овцефермата - през 3 от 5-те контролни месеца на експерименталния период. През останалите два месеца стойностите на показателя превишават допустимия праг.

ЛИТЕРАТУРА

1. БДС 65-53. Вода за водопой на животни.
2. Билдирев, Н., Г. Калистратов, У. Гешева, Л. Ангелов, 1995. Функционирането на съвременните животновъдни ферми като екотехнически системи и опазване на околната среда, Екология и земеделие, Изд. “Аля”, София, 272-273.
3. Георгиева, Н., 2011. Водата - основен абиотичен екологичен фактор. Обзор. I. Замърсители на природни води, Екология и Бъдеще, 10 (4): 37-42.

4. Данон-Моше, С., М. Н. Козарева, К. Д. Папаркова, 1985. Санитарна микробиология - Методи за изследване (Ред. С. Данон-Моше), Изд. „Медицина и Физкултура“, София, 45-72.

5. Захариева, В., К. Делев, 1985. Проучвания върху замърсяването на водопойни води в промишлени говедовъдни комплекси. III Межд. симп. по Екологизация на технологиите в животновъдството, Белградчик, 10-15.05.1985 г., Сб. с доклади, София, 378-384

6. Игнатова, Н., 1992. Опазване чистотата на водите, Изд. “Земиздат”, София, 16-35, 47-65, 86-97.

7. Илиев, А., В. Баракова, Ч. Митева, Г. Костадинова, М. Михов, Д. Диманов, 2004. Съдържание на нитрати в питейни води от местни водоизточници в община Стара Загора, Екология и Бъдеще, 3 (2): 6-9.

8. Кирова, Ю., П. Нинов, С. Блъскова, В. Райнова, 2003. Аспекти на антропогенната дейност върху качеството на подземните води. 50 години Минно-Геоложки Университет “Св. Иван Рилски” - Годишник, 46(1), Геология и геофизика, София, 263-266.

9. Костадинова, Г., Г. Петков, Г. Михайлова, С. Денев, 2003. Качество на питейните води в екотехнически системи за производство на краве мляко, Екология и бъдеще, 2 (3):25-30.

10. Наредба № 9/2001 г. за качеството на водата, предназначена за питейно-битови цели, ДВ бр. 30/2001 г.

11. Наредба № 44/2006 г. за ветеринарно-медицинските изисквания към животновъдни обекти, ДВ бр. 41/2006 г.

12. Наредба № 1/2007 г. за проучването, ползването и опазването на подземните води, ДВ бр. 87/2007 г.

13. Петков, Г., Б. Байков, 1988. Екологизация на технологиите в животновъдството, БАН, София, 104-158

14. Петков, Г., Г. Костадинова, Г. Михайлова, Ст. Денев, 2004. Качество на питейните води в екотехническа система за 4530 свине, Екология и Бъдеще, 3 (2):10-16.

15. Привман, Л. С., 1983. Водоснабжение животноводческих комплексов, Изд. „Кайнар“, Алма-Ата, 24-132.

16. **Стоева, Е., Б. Райкова**, 1981. Опазване на подземните води от замърсяване вследствие химизацията и интензификацията на селското стопанство, Техника, София, 16-19, 101-105.
17. **Тихова, Т., К. Александров**, 1995. Проучване състоянието и сезонната динамика на някои качествени показатели на води от кладенци, в близост до свинеферми. Международна научна конференция "Екологични проблеми и прогнози", 22-24.11, гр. Враца, 172-175.
18. **Ayers, R. S. and D. W. Westcot**, 1985. Water quality for agriculture. – FAO, Rome, Italy, 29, Rev.1, 2-116.
19. **Christov, I.**, 2008. Management of agroecosystem water status. Part 3. Adequacy of decision support system. Journal of Balkan Ecology, 11 (3): 299-240.
20. **Cordoba, E. B., A. C. Martinez, E. and V. Ferrer**, 2010. Water quality indicators: Comparison of a probabilistic index and a general quality index. The case of the Confederacion Hidrografica del Jucar (Spain). Ecological Indicators, 10, 1049-1054
21. **Fewtrell, L. and J. Bartram**, 2001. Water Quality - Guidelines, Standards and Health: Assessment of Risk and Risk Management for Water-Related Infectious Diseases, First Edition. WHO, Geneva, Switzerland.
22. **Georgieva, N., Z. Yaneva, G. Kostadinova**, 2011. Spatio-temporal Distribution of Nitrates, Nitrites and Ammonium in Groundwaters, ECOLOGICA, 18, 64, 623-630
23. **Nielsen, L. K.**, 1991. Water pollution. In: P.E. Hansen (Editor) Introduction to environmental management, ELSEVIER, Amsterdam-London-New York-Tokyo, pp. 115-188.
24. **Niewolak, S. and I. Golas**, 2000. Estimation of the degree of pollution and sanitary and bacteriological state of underground and surface waters in Omulewski aquifer area after liquidation of large cattle and pig farms, *Polish J. of Environmental Studies*, 9 (6):487-503.
25. **Stevik, T. K., K. Aa, G. Ausland and J. F. Hansen**, 2004. Retention and removal of pathogenic bacteria in wastewater percolating through porous media: a review, *Water Research*, (38), 6, 1355-1367.
26. **Turovskiy, I. S. and P. K. Mathai**, 2006. Wastewater Sludge Processing. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, USA, 30-170
27. **Unc, A. and M.J. Goss**, 2004. Transport of bacteria from manure and protection of water resources, *Appl. Soil Ecol.*, 25 (1): 1-18.
28. **Webb, J., J. R. Archer**, 1994. Pollution of Soils and Watercourses by Wastes from Livestock Production Systems. In: *Pollution in Livestock Production Systems* (Ed. Ap Dewi, R. Axford, M. Marai and H.M. Omed), CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK, 189-204.
29. **Welte, E. and F. Timmermann**, 1989. Effects and sources of nitrate pollution and possibilities for emission reduction, *Proceedings of the 5th Intern. Symp. of CIEC*, Budapest, Hungary, 27-41.

WATER QUALITY FROM OWN WATER SOURCES (WELLS) IN CATTLE AND SHEEP FARM

*G. Kostadinova, D. Dermendzhieva, E. Valkova, G. Beev, T. Penev, Y. Mikov
Thrakia University, Faculty of Agricultur - Stara Zagora*

SUMMARY

The aim of this paper was to study and assess the quality of water obtained from own drilled wells in cattle and sheep farms, situated in an area with strong anthropogenic impact, as a natural resource and as a resource for the watering of animals, on basic organoleptic, physico-chemical and microbiological in-

dices. It was found that the quality of water: a) as a natural resource, is defined in “good” quality in terms of the studied physico-chemical parameters: pH, conductivity, total hardness, Ca, Mg, oxidizability, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Cl⁻, Mn, Fe, Zn, Pb and Cd; b) meets the stipulated norms for the watering of livestock on all organoleptic (taste, smell, transparency, color) and on part of the physico-chemical (pH, conductivity, total hardness, Ca, Mg, Mn, SO_4^{2-} , Cl⁻, Mn, Fe, Zn, Pb and Cd), and sanitary-hygiene (total number of microorganisms in water of well in cattle farm) indicators; c) does not match the quality standard for water for drinking purposes on content of NH_4^+ and PO_4^{3-} in water of well at cattle farm; on content of NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} and total number of microorganisms in water of well at sheep farm; on values of number of coliforms in the water of wells at two farms; d) assessed on simultaneously presence of nitrates and nitrites in water, satisfies regulatory requirements ($C \leq 1$ mg/l) for water of well at cattle farms throughout the studied period, and for water of well at sheep farm - in 3 of the 5 months of the experimental period.

Key words: *cattle and sheep farm, well, water, indices, quality, assessment*

E-mail: gkostadinova@af.uni-sz.bg