

Elementy gospodarki wodnej w aspekcie globalnej produkcji mleka

Beata Kuczyńska, Kamila Puppel

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

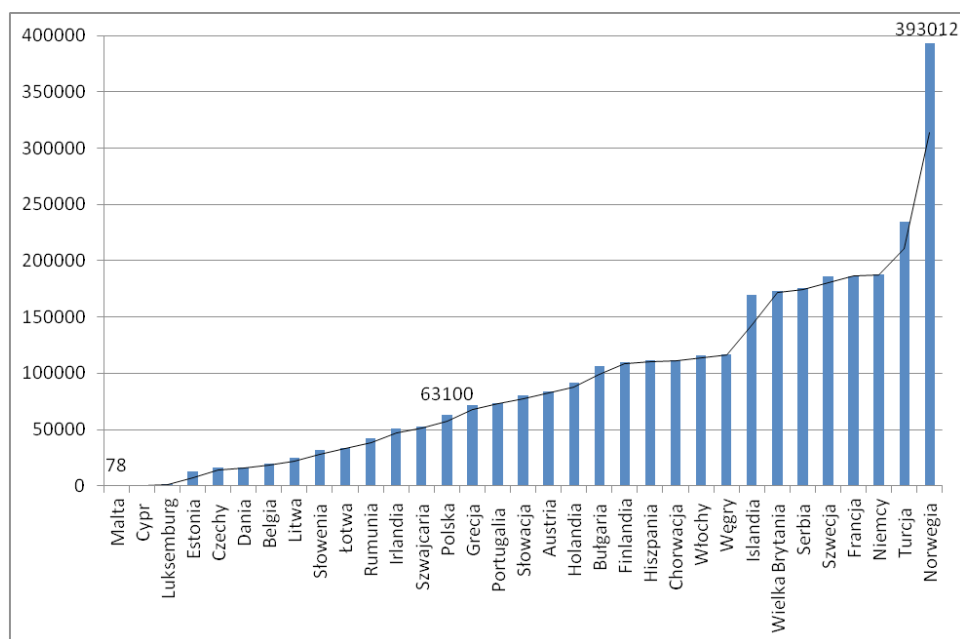
Obecność wody w formie płynnej na Ziemi sprawia, że nasza planeta jest unikatowa spośród innych. Ziemia nazywana jest często błękitną planetą, ze względu na znaczącą powierzchnię mórz i oceanów, które obejmują swym zasięgiem ponad 71% całej jej powierzchni. Organizm krowy składa się także w przybliżeniu z podobnego odsetka wody (60-70%), natomiast mleko zawiera jej już więcej – ok. 87% [6]. Niestety przeważająca część zasobów wodnych Ziemi znajduje się w oceanach, a jedynie 2,5% całkowitej jej ziemskiej ilości nadaje się do konsumpcji. Z tej puli aż 70% uwięzione jest w lodowcach, co oznacza, że tylko 1% światowych zasobów wodnych dostępne jest do spożycia, a tym samym dla produkcji rolnej. Holistyczną wizję zasobów wodnych świata, uwzględniającą zarówno niedobory, jak również znaczące zasoby, przedstawili w swojej pracy Pfister i wsp. [17]. Należy podkreślić, że zasoby wodne są narodowym bogactwem każdego państwa.

Łatwo dostępne zasoby wód powierzchniowych, w przeliczeniu na mieszkańca, są w naszym kraju stosunkowo niewielkie w porównaniu do innych krajów Unii Europejskiej. Wynika to głównie z małych ilości opadów atmosferycznych oraz nadmiernej ewapotranspiracji. Objętość wód odpływających rzekami z terenu Polski jest 3-krotnie niższa od średniej europejskiej i wynosi poniżej 1600 m³ w przeliczeniu na jednego mieszkańca. Polska jest krajem ubogim w wodę, lecz zasobnym w jeziora (2856 jezior o powierzchni ponad 10 ha oraz łącznej objętości 18,2 mld m³). Jeziora są różnej morfogenezy (w zdecydowanej większości – jeziora postglacjalne) i o znacznie różniących się głębokościach. Ponadto szacuje się, że zbliżona objętość wody zgromadzona jest w obszarach bagiennych i w torfowiskach rozmieszczonych w różnych regionach kraju. Procesy eutrofizacji naturalnie zachodzące w tych zbiornikach wodnych są nasilane przez działalność człowieka i prowadzą do powolnego ich zaniku. Sztuczne zbiorniki retencyjne w kraju mają małą pojemność, mogą zmagazynować jedynie 5 mld m³ wody, czyli 6,5% rocznego odpływu. Istnieje 100 zbiorników retencyjnych o objętości akumulacyjnej ponad 2 mln m³ każdy, co daje sumaryczną objętość około 3,5 mld m³. Retencja zbiornikowa jest zbyt mała, aby znacząco ograniczać skutki niedoboru i nadmiaru wody podczas powodzi lub susz. Jak podają Gutry-Korycka i wsp. [8], o wielkości zasobów wody w Polsce decydują w dużej mierze roczne sumy opadów atmosferycznych, których zróżnicowanie jest duże i zawiera się w przedziale od wartości poniżej 500 mm – na Kujawach i w Wielkopolsce, do wartości powyżej

1000 mm – w Tatrach. Opady atmosferyczne zanieczyszczone związkami azotu i fosforu użyźniają glebę, a zwiększony przyrost biomasy wzmaga ewapotranspirację. Gospodarowanie wodą powinno zatem obejmować ochronę ilości i jakości zasobów wodnych oraz racjonalne ich wykorzystanie.

Na rysunku 1. zestawiono całkowite odnawialne zasoby wód w krajach Europy na podstawie danych GUS [14]. Polska posiada jedynie 63 100 mln m³ wody, wielokrotnie mniej w stosunku do Norwegii, która posiada odnawialnych zasobów wód najwięcej (393 012 mln m³). W Europie najbardziej narażone na niedostatek wody są regiony gęsto zaludnione i te, w których zapotrzebowanie na wodę jest wyższe, np. obszary rolnicze czy wykorzystywane turystycznie, a więc głównie wyspiarskie. Jak wynika z najnowszych pomiarów Europejskiej Agencji Środowiska, około 20% ludności regionu Morza Śródziemnego żyje w warunkach niedoboru wody, a ponad połowa cierpi niedostatek w okresie letnim. Rolnictwo w regionie śródziemnomorskim zużywa prawie 75% wody wykorzystywanej w celach rolniczych w Europie.

Woda jest istotnym czynnikiem w produkcji rolnej, zarówno w sektorze wytwarzania biomasy, jak i hodowli zwierząt – szczególnie w produkcji mleka. Produkcja mleka krowiego jest silnie uzależniona od samowystarczalności paszowej w gospodarstwach, a ta od warunków klimatycznych, na które składają się między innymi opady atmosferyczne, jak również długość okresu wegetacji roślin. Polska charakteryzuje się dobrymi warunkami przyrodniczymi dla chowu bydła i produkcji mleka [1, 15]. Wpływ na zasoby wodne ma również zwiększenie żywności gleby w obszarach użytkowanych rolniczo. Zapasy wody pitnej na całym świecie stanowią jedynie 3% całkowitej ilości wody, a tylko 1% nadaje się do wykorzystania w rolnictwie. Natomiast ich ilość jest mocno związana z zachodzącymi zmianami klimatycznymi. Szacuje się, że z powodu suszy do 2080 roku czterydzieści najbiedniejszych krajów świata straci od 10 do 20% swojego potencjału uprawy zbóż [12]. Fundamentalna rola wody w żywieniu zwierząt wiąże się z jej uniwersalnością i różnorodnością funkcji, jakie pełni w żywym organizmie. Woda optymalizuje wzrost i rozwój oraz umożliwia rozród i laktację krów mlecznych. Jest ona substratem lub produktem w wielu reakcjach chemicznych zachodzących w organizmie, a dzięki dużej pojemności cieplnej i ciepłu parowania, pozwala utrzymać prawidłową temperaturę ciała. Stanowi ona wewnętrzne środowisko organizmu, będące wodnym roztworem elektrolitów, który



Rys. 1. Całkowite odnawialne zasoby wód w krajach europejskich (mln m³), według GUS [14]

umożliwia komórkom zachowanie ich właściwego kształtu i określonych funkcji. W narządach wymiany gazowej woda jest niezbędna do rozpuszczania gazów oddechowych transportowanych do wnętrza, jak i na zewnątrz organizmu. Woda odgrywa też istotną rolę w tworzeniu barier chroniących organizm przed zanieczyszczeniami i uszkodzeniami mechanicznymi. Duże rezerwy wody u dorosłych przeżuwaczy znajdują się w przewodzie pokarmowym, głównie w żwaczu. Dzięki temu zwierzęta mogą w pewnych warunkach utracić część wody (do 10% całkowitej ilości wody w organizmie) bez zagrożenia życia. Badania wykazały, że gdy zwierzęta mają możliwość picia wody do woli w ciągu całej doby, mleczność krów wzrasta o 10-15%, a przyrosty masy ciała bydła opasowego zwiększają się o 3-5% [10]. Zaburzenia zdrowotne spowodowane nadmiarem wody spotyka się bardzo rzadko, gdyż zwierzęta nie piją wody więcej niż potrzebują. Jak podaje Gołębiewski [6], picie zapewnia 80-90% dobowego zapotrzebowania krów na wodę, pozostała część wprowadzana jest do organizmu wraz paszą (głównie objętościową soczystą). Przyczyną nadmiernego przyjęcia wody może być duże pragnienie spowodowane dłuższym brakiem wody. W tej sytuacji krowa może wypić jednorazowo, w krótkim czasie, nawet kilkadziesiąt litrów wody, co prowadzi do zaburzenia równowagi elektrolitowej. Staje się wtedy apatyczna, występują zaburzenia w trawieniu, pojawiają się dreszcze. W takiej sytuacji należy zwierzęciu wodę racjonować, tzn. podawać ją często, ale w małych ilościach. O wiele częściej zdarzają się przypadki niedoboru wody. Przy dłuższym trwającym niedoborze płynów w organizmie następuje obniżenie apetytu, krowy niechętnie przyjmują pasze suche. W konsekwencji następuje obniżenie wydajności mlecznej. Zwierzęta stają się niespokojne, ryczą, ich mocz jest zagęszczony i mocno żółty. Całkowity brak wody, jak również utrata około 15% wody z organizmu, prowadzi do śmierci w ciągu kilku dni – znacznie szybciej niż w przypadku braku paszy [10]. Woda przeznaczona do pojenia bydła powinna mieć takie same parametry mikrobiologiczne i fizykochemiczne jak woda przeznaczona dla ludzi. Innymi słowy, nie powinno się poić bydła wodą, która nie nadaje się do spożycia przez ludzi. Obowiązujące obecnie w Polsce przepisy dotyczące jakości wody pitnej są regulowane przez rozporządzenia Ministra Zdrowia [18, 19, 20].

W tabelach 1. i 2. przedstawiono wybrane parametry mikrobiologiczne i fizykochemiczne, jakie zgodnie z powyższymi rozporządzeniami powinna spełniać woda przeznaczona do spożycia przez ludzi, jak również do produkcji żywności.

Tabela 1

Wymagania mikrobiologiczne, jakim powinna odpowiadać woda przeznaczona do spożycia przez ludzi

| Wskaźnik jakości wody | Najwyższa dopuszczalna wartość wskaźnika w próbce wody pobranej w miejscu czerpania przez konsumentów i/lub podawania wody do sieci | |
|---|---|----------------------|
| | liczba bakterii | objętość próbki (ml) |
| <i>Escherichia coli</i> lub bakterie grupy <i>coli</i> typ kałowy (termotolerancyjne) | 0 | 100 |
| Bakterie grupy <i>coli</i> ¹⁾ | 0 | 100 |
| Enterokoki (paciorkowce kałowe) | 0 | 100 |
| <i>Clostridia</i> redukujące siarczany ²⁾ (<i>Clostridium perfringens</i>) | 0 | 100 |
| Ogólna liczba bakterii w 37°C po 24 h | 20 | 1 |
| Ogólna liczba bakterii w 22°C po 72 h | 100 | 1 |

¹⁾Dopuszcza się pojedyncze bakterie wykrywane sporadycznie, nie w kolejnych próbkach; do 5% próbek w ciągu roku

²⁾Należy badać w wodzie pochodzącej z ujęć powierzchniowych

Tabela 2

Wymagania fizykochemiczne, jakim powinna odpowiadać woda przeznaczona do spożycia przez ludzi

| Parametry i wskaźniki | Dopuszczalne zakresy wartości ^{x)} |
|---|---|
| Wskaźniki fizyczne | |
| Barwa | 15 |
| Mętność (NTU) | 1 |
| pH | 6,5-9,5 ¹⁾ |
| Przewodność (mS/cm w 20°C) | 2500 ¹⁾ |
| Smak | akceptowalny |
| Zapach | akceptowalny |
| Substancje nieorganiczne (mg/l) | |
| Amoniak | 0,5 ^{1), 2)} |
| Azotany | 50 ¹⁾ |
| Azotyny | 0,5 |
| Bor | 1,0 |
| Chlor wolny ^{y)} | 0,1-0,3 |
| Chlorki | 250 ¹⁾ |
| Chrom | 0,05 |
| Cyjanki | 0,05 |
| Fluorki | 1,5 |
| Glin | 0,2 |
| Kadm | 0,003 |
| Magnez | 30 ³⁾ – 125 ³⁾ |
| Mangan | 0,05 |
| Miedź | 2,0 ^{1), 4)} |
| Nikiel | 0,02 |
| Ołów | 0,05 |
| Rtęć | 0,001 |
| Selen | 0,01 |
| Sód | 200 |
| Żelazo | 0,2 |
| Substancje organiczne (mg/l) | |
| Benzen | 1,0 |
| Pestycydy | 0,10 ⁷⁾ |
| Substancje powierzchniowo czynne (anionowe) | 200 |
| Chlorek winylu | 0,50 ⁶⁾ |

^{x)}W przypadku podania jednej wartości dolna wartość zakresu wynosi zero

^{y)}Wartość oznaczana w punkcie czerpalnym u konsumenta

¹⁾Wartość powinna być uwzględniana przy ocenie agresywności korozyjnej

²⁾Wody podziemne niechlorowane – 1,5 mg/l

³⁾Wartość zalecana ze względów zdrowotnych

³⁾Nie więcej niż 30 mg/l magnezu, jeżeli stężenie siarczanów jest równe lub większe od 250 mg/l; przy niższej zawartości siarczanów dopuszczalne stężenie magnezu wynosi 125 mg/l

⁴⁾Wartość dopuszczalna, jeżeli nie powoduje zmiany barwy wody spowodowanej jej agresywnością korozyjną

⁶⁾Dotyczy stężenia niezwiązanego monomeru w polimerze, który przenika do wody

⁷⁾Termin „pestycydy” obejmuje: organiczne insektycydy, organiczne herbicydy, organiczne fungicydy, nematocydy, akarycydy, algicydy, redentycydy, slimicydy, pochodne produkty, między innymi regulatory wzrostu oraz ich pochodne metabolity, a także produkty ich rozkładu i reakcji

O ile w przypadku rolników wykorzystujących do pojenia bydła wodę wodociągową spełnienie tych wymogów jest niemal pewne, o tyle w przypadku tych, którzy korzystają z własnych ujęć wodnych sprawa nie jest już taka oczywista. Zaleca się, aby hodowcy korzystający z własnych ujęć poddawali wodę analizie przynajmniej raz w roku. Pomimo intensywnej rozbudo-

wy sieci wodociągowej na obszarach wiejskich w ciągu ostatnich kilkunastu lat, nadal znaczna część mieszkańców wsi nie ma dostępu do sieci wodociągowej. Dane GUS co roku pokazują, że najwięcej takich osób nadal mieszka w województwach małopolskim i podkarpackim. Najlepiej natomiast w zestawieniach wypadają województwa: opolskie, wielkopolskie i zachodniopomorskie. Rolnicy powinni zdawać sobie sprawę, że nieprawidłowe parametry fizykochemiczne bądź biologiczne wody, którą pojone jest bydło, mają niezwykle istotny wpływ na wyniki produkcyjne. Złej jakości woda może być przyczyną zatrucia, gorszego wykorzystania składników pokarmowych, chorób metabolicznych, a co za tym idzie gorszych przyrostów masy ciała i niższej wydajności mlecznej.

Nieprawidłowe poziomy (niemieszczące się w granicach referencyjnych wartości) niektórych parametrów wody mogą doprowadzić do zmniejszenia jej pobrania, a w konsekwencji do odwodnienia, mimo ogólnej jej dostępności. Dlatego też należy pamiętać, że sama dostępność wody nie rozwiązuje problemu. Analizując wodę należy zwrócić szczególną uwagę na poziom azotanów i sinic oraz zasolenie. Wysoki poziom azotanów jest jednym z głównych czynników ograniczających wykorzystanie wody do pojenia bydła. Azotany same w sobie nie są trujące, jednakże przy wysokim stężeniu stają się toksyczne. W przewodzie pokarmowym ewoluują w azotyny, które są odpowiedzialne za przekształcanie wiążącej tlen hemoglobiny w metemoglobinę, która nie posiada zdolności wiązania tlenu. Ponadnormatywna ilość azotanów pobranych przez bydło może skutkować występowaniem objawów, do których zaliczyć należy: osowiałość, trudności w oddychaniu, gwałtowne zmiany rytmu pracy serca, zmiana barwy języka na czekoladowy, nadmierne ślinienie, jak również zaburzenia w rozrodzie, np. poronienia oraz obniżenie produkcji mleka i mniejsze przyrosty, a w skrajnych przypadkach nagła śmierć zwierząt spowodowana uduszeniem [3]. Istotna jest nie tylko ilość, ale również forma azotu, która jest uwzględniana w badaniach laboratoryjnych. Bezpieczny dla bydła poziom azotu w wodzie pitnej zależy od tego, jaką jego formę uwzględniają wyniki badań. Dopuszczalność wykorzystania wody do pojenia bydła w zależności od formy występowania azotu podano w tabeli 3.

Tabela 3

Przewodnik do korzystania z wód zawierających azotan dla bydła [5]

| Dopuszczalność | Analizowane formy azotu (mg/l) ¹⁾ | | |
|-----------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|
| | azot azotanowy (NO ₃ -N) | jon azotanowy (NO ₃) | azotan sodu (NaNO ₃) |
| Bezpieczny | mniej niż 100 | mniej niż 443 | mniej niż 607 |
| Wątpliwy ²⁾ | 100-300 | 443-1329 | 607-1821 |
| Niebezpieczny ³⁾ | ponad 300 | ponad 1329 | ponad 1821 |

¹⁾Laboratoria analizy wody podają wyniki w jednej z trzech form; wyniki podawane są w mg/l

²⁾Woda ta powinna być stosowana z dużą ostrożnością. Wysoki poziom azotanów w paszy lub wysokie temperatury (większe pobranie wody) mogą doprowadzić do przekroczenia zalecanych norm

³⁾Bydło nie powinno mieć dostępu do takiej wody

Bydło jest bardzo wrażliwe na toksyczne działanie sinic, szczególnie niebezpieczne przy dużej ich koncentracji. Należy jednak podkreślić, że zagrożenie to ogranicza się tylko do miesięcy letnich, tzw. letnie zakwity sinic. Jak podaje Dyer [4], objawy typowe dla zatrucia bydła toksynami wytwarzanymi przez sinice to: drgawki, krwawa biegunka, zaburzenia koordynacji ruchowej, a przy ostrym zatruciu neurologicznym – śmierć w wyniku uduszenia.

Poziom zasolenia wód wyznacza wskaźnik TDS (total dissolved solids), który definiowany jest jako całkowita ilość składni-

ków stałych rozpuszczonych w wodzie. Wysoka wartość wskaźnika TDS może mieć negatywny wpływ na wyniki produkcyjne. Zbyt duże zasolenie wody przeznaczonej dla bydła może być przyczyną biegunek, zmniejszonego spożycia wody, jak również obniżenia produktywności. Eksperti nie są zgodni, co do referencyjnych wartości wskaźnika TDS. Optymalny poziom TDS dla bydła mlecznego zawiera się w przedziale 0-3000 mg/l, a wartość krytyczna na poziomie 7000 lub 10 000 mg/l.

Dodatkowo pH, obecność bakterii z rodziny *coli*, jak również poziom niektórych pierwiastków w znacznym stopniu kształtują jakość wody i predysponują ją jako zdatną do pojenia bydła. Negatywny wpływ ww. czynników oraz wartości graniczne przedstawione zostały w tabeli 4.

Tabela 4

Wartości krytyczne wybranych wskaźników określających przydatność wody do pojenia bydła wraz z objawami ich przekroczenia [23]

| Wskaźnik | Wartość krytyczna | Symptomy pojawiające się po przekroczeniu wartości krytycznej |
|----------------------|-------------------|---|
| pH | ≤5,5 | niska wydajność, małe pobranie paszy, kwasica |
| | powyżej 8,3 | niska wydajność, zasadowica |
| Magnez | ≥400 mg/l | biegunki |
| Żelazo | ≥0,3 mg/l | obniżenie ilości pobieranej wody, gorsze wyniki produkcyjne |
| Miedź | ≥0,6 mg/l | uszkodzenie wątroby |
| Kadm | ≥0,05 mg/l | anemia, uszkodzenie nerek, spadek wydajności |
| Ołów | ≥0,1 mg/l | biegunka, odwodnienie cieląt |
| Bakterie <i>coli</i> | ≥1/100 ml | biegunka |
| | ≥20/100 ml | krwawa biegunka |

Poziom pobrania wody przez bydło kształtuje szereg czynników, m.in. żywienie i skład dawek pokarmowych, wypas pastwiskowy, wydajność mleka, temperatura wody, temperatura otoczenia, jakość wody, rodzaj poidła, dostęp do poidła (ich liczba oraz umiejscowienie). Na ilość pobranej wody wpływa również wilgotność dawki pokarmowej. Gdy wilgotność paszy kształtuje się na poziomie 45-50% pobranie wzrasta, a tym samym rośnie pobranie wody z dawki, czego konsekwencją jest mniejsza ilość wody wypijanej przez krowy. Kolejną kwestią jest pobranie suchej masy z dawki pokarmowej, które jest mniejsze w przypadku skarmiania dawek wilgotniejszych. Staszak [24] podaje, że na 1 kg suchej masy krowa mleczna potrzebuje ok. 4-6 litrów, natomiast Soszka [23] wskazuje na optimum 3-4 litry wody na 1 kg suchej masy, a w czasie wysokich temperatur 5-6 litrów. Dawki pokarmowe o wysokiej koncentracji białka lub soli zawierających sól, np. NaCl, NaHCO₃, dodatkowo stymulują pobranie wody.

Dla wysokowydajnych krów mlecznych bardzo istotny jest stały dostęp do wody, gdyż istnieje wyraźna zależność między ilością pobranej wody a wynikami produkcyjnymi. Krowy w trakcie laktacji potrzebują 3-5 litrów wody na wyprodukowanie 1 litra mleka, czyli przy wydajności 40 l/dobę będzie to ilość przekraczająca 200 l.

Temperatura podawanej wody również ma bardzo duże znaczenie i uzależniona jest m.in. od wieku zwierzęcia. Cielętom należy podawać wodę o temperaturze 25-30°C, zwierzętom dorosłym – o temperaturze 8-15°C, natomiast wysokowydajnym krowom – o temperaturze 16°C. Woda o temperaturze równej lub niższej niż 5°C jest zbyt zimna i nie powinna być podawana [23, 24]. Krowa ważąca 500 kg po wypiciu 50 litrów wody o temperaturze 5°C musi zużyć 1700 kcal energii, aby woda była równa temperaturze jej ciała. Dodatkowo, podawanie zbyt zimnej wody powoduje obniżenie jej pobrania i niekorzystnie wpływa na rozwój mikroflory układu pokarmowego. Z kolei woda o

zbyt wysokiej temperaturze jest mniej orzeźwiająca i w mniejszym stopniu zaspokaja pragnienie, a to rzutuje na obniżenie pobrania paszy. Natomiast krowom po wycieleniu powinno się podawać wodę o temperaturze nie niższej niż 20°C, co ogranicza prawdopodobieństwo wystąpienia szoku termicznego i przemieszczenia trawieńca.

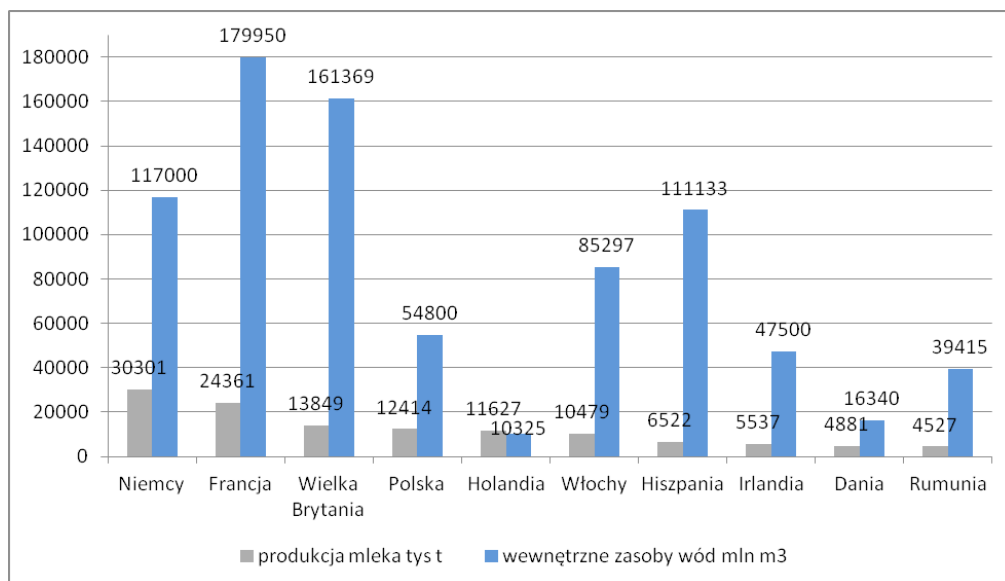
Wysoka temperatura otoczenia naraża bydło na stres cieplny. Bydło ochładza ciało przede wszystkim pocąc się, tym samym wykorzystując wodę zawartą w organizmie. W okresie upałów wzrasta pobranie wody, w zależności od temperatury. Przyjmuje się, że odpowiednio dla temperatur 20, 25 i 30°C pobranie wody wzrasta o 30, 50 i 100%. Jeśli nie zapewni się krowom mlecznym odpowiedniej ilości wody w okresie występowania wysokich temperatur, woda konieczna do produkcji mleka zostanie zużyta do procesów termoregulacji, co w konsekwencji może obniżyć wydajność nawet o 20%.

Mleko oraz jego przetwory należą do produktów najbardziej wszechstronnych pod względem wartości odżywczej, a ze względu na niezaprzeczalny fakt, że są cennym źródłem substancji biologicznie czynnych, powinny mieć szerokie wykorzystanie w diecie ludzi [2, 11]. Z oceną wartości odżywczej mleka związane jest pojęcie „gęstości odżywczej”, której miarą jest wskaźnik jakości żywieniowej – INQ (Index Nutritional Quality). Mleko pomimo dużej zawartości wody (87,5%) posiada wysoką wartość INQ dla białka, wapnia, fosforu, witamin A, B₂, B₁₂ oraz CLA, czyli charakteryzuje się wysokim stosunkiem zawartości ważnych dla organizmu składników odżywczych w stosunku do ilości dostarczanej energii, co oznacza, że nie zawiera tzw. pustych kalorii. O faktycznym wykorzystaniu mleka w dużej mierze decydują względy praktyczne oraz jego dostępność, dlatego też w zależności od regionu świata spożywane jest mleko pochodzące od krów, bawolic, kóz, owiec, kłaczy, oślic, reniferów, wielbłądów, jaków czy lam. Spośród 5 gatunków, uwzględnianych w światowych statystykach, dominuje produkcja i spożycie mleka krowiego, stanowiąc ponad 84% produkcji globalnej. Jak podaje Griffin [7], światowa produkcja mleka krowiego w 2016 roku zwiększyła się o 1,6 pkt procentowego, w porównaniu z rokiem 2015 i wynosiła 816 mln ton. Najwięcej mleka krowiego na świecie produkują kraje azjatyckie (321 089 tys. t), a wśród nich przodują Indie (155 200 tys. t), Chiny (43 376 tys. t) i Pakistan (42 000 tys. t). Polska w tym rankingu, z produkcją 12 447 tys. t, zajmuje dwunastą pozycję. W Europie ponad 70% produkcji mleka przypada na kraje Unii Europejskiej, która traktowana jako jednolity rynek staje się światowym liderem. Roczna produkcja mleka w krajach Wspólnoty sięga 224 170 tys. t, co stanowi około 27,5% globalnej produkcji. Do największych producentów mleka w UE należą: Niemcy, Francja, Wielka Brytania, Polska, Holandia i Włochy. W tym zestawieniu Polska zajmuje czwarte miejsce, a jej udział w produkcji unijnej wynosi 8,3%. Po wejściu Polski do Wspólnoty Europejskiej produkcja mleka w kraju z roku na rok systematycznie wzrasta. W przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych wynosi ona obecnie 845 litrów, a na jednego mieszkańca przypada 319 litrów mleka krowiego. W Polsce w 2015 roku dynamika produkcji mleka krowiego wyraźnie wyhamowała pod wpływem postępującej dekonunktury. Wcześniejsze rozpoczęcie przygotowań do likwidacji kwot mlecz-

nych przez wielu producentów, pod wpływem wysokiej opłacalności produkcji w latach 2013-2014 oraz optymistycznych prognoz co do perspektywy rynku mleka, spowodowało, że stopa redukcji pogłowia krów mlecznych w roku 2015 zmalała w gospodarstwach indywidualnych o około 1,5%, do 2166 tys. szt. krów mlecznych. Pogłowiu krów mlecznych zmalało w okresie od czerwca 2014 do czerwca 2015 roku w 12 spośród 16 województw o 1,0-23,9%. W Polsce pogłowiu krów mlecznych skoncentrowane jest głównie w rejonie dwóch województw – mazowieckiego oraz podlaskiego (38% wszystkich krów mlecznych). Dodatkowo w województwie podlaskim w roku 2015 odnotowany został wzrost liczebności krów o około 4% [22]. Jak podaje Olszewska [15], krajowe przetwórstwo tego surowca, czyli mleczarnie i zakłady przetwórcze, m.in. Danon, Bakoma, Mlekovita, Mlekoop, Piątница, związane są również z tym rejonem. Mimo odnotowanego w ostatnich latach w Polsce obniżenia liczebności pogłowia bydła mlecznego, liczba krów objętych oceną wartości użytkowej systematycznie ulega podwyższeniu. W styczniu 2015 roku w 20 046 oborach ocenionych było 737 025 krów, natomiast w grudniu 2015 roku – 759 651 krów [16].

Rynek mleka i jego przetworów to jeden z największych segmentów rynku produktów żywnościowych i olbrzymi beneficjent zapotrzebowania na wodę, w szczególności na wodę. W związku z istotnym udziałem branży mleczarskiej w poborze wody, ważne są informacje nt. zużycia wody w tym dziale. Steinhoff-Wrzeźniewska i wsp. [25] oszacowali wskaźniki zużycia wody w krajowych zakładach mleczarskich w latach 2005-2008 na poziomie od 1,2 do 4,7 l wody/l surowca, wskazując na fakt możliwości oszczędzania jej od 20 do 50%, przy równoczesnym zysku na poziomie 10%.

Produkcja zwierzęca wymaga znacznie większych nakładów wody, w porównaniu do produkcji roślinnej. Na rysunku 2. przedstawiono produkcję mleka w 10 przodujących w tej dziedzinie krajach UE i poziom wewnętrznych zasobów wód na terenie tych państw. Jak podaje GUS [14], w przeliczeniu na jednego mieszkańca Polska ma roczny zasób wód o wielkości 1,6 dam³, podczas gdy w większości krajów europejskich zasoby te kształtują się na poziomie ok. 5 dam³/mieszkańca. Polak ma więc do dyspozycji ponad trzy razy mniej wody niż przeciętny Europejczyk. Ponadto zasoby wód powierzchniowych Polski cechuje duża zmienność czasowa i terytorialna, co powoduje okresowe nadmiary i deficyty wody w rzekach.



Rys. 2. Zestawienie produkcji mleka w krajach przodujących w UE i poziom wewnętrznych zasobów wód na terenie ich państw

Produkcja zwierzęca to kluczowy element, który w istotny sposób kształtuje poziom powyżej 8% ogólnego zużycia wody na świecie [21], jak również ponad 29% zużycia rolnego. Niezaprzeczalnie, zaistniały trend związany jest z rozwojem globalnej produkcji mleka, z tego względu, że na dzień dzisiejszy ok. 19% zużycia wody dla zwierząt związane jest właśnie z chowem bydła mlecznego [13]. Thornton [28] wykazał rosnącą tendencję związaną ze spożyciem mleka na osobę w krajach rozwiniętych (34-78 kg/rok) i w krajach rozwijających się (195-216 kg/rok) w okresie od 1980 do 2050 roku, co w bezpośredni sposób przełoży się na wzrost liczebności pogłowia krów mlecznych, w celu zaspokojenia podaży i popytu. Te trendy wskazują, że sektor mleczarski rozwija się dynamicznie, a ewentualne niedobory wody muszą stanowić wyzwanie dla zachowania bezpieczeństwa żywności. W zależności od klimatu, systemu produkcji, długości okresu wegetacji itd., do wyprodukowania 1 kg pszenicy wymaganych jest od 500 do 4000 litrów wody. Dla porównania, w przypadku 1 kg mięsa wołowego jest to rząd wielkości wynoszący od 5000 do 20 000 litrów wody, a dla efektywnej produkcji 1 kg mleka ok. 1000 l. Im wyższa produkcja mleka, tym większa podaż na pasze treściwe. Dlatego też po podsumowaniu całkowitego zapotrzebowania na wodę przy produkcji mleka, można stwierdzić, że towarowe fermy zużywają dziennie ilość wody porównywalną z 25 tys. osiedlem mieszkaniowym. Dodatkowo różnice w uwarunkowaniach przyrodniczych i ekonomicznych, w których funkcjonują gospodarstwa mleczne, pociągają za sobą różnice w organizacji produkcji i stopniu wykorzystania dostępnych zasobów wody. Przy czym zbyt intensywna lub zła gospodarka nawozowa może przyczynić się do jej zanieczyszczeń. Jeden z wielu ekspertów FAO – prof. Jasiorowski [9], wskazuje, że najwięcej mleka produkowane jest na terenach, na których rolnictwo oparte jest na opadach (wypasy pastwiskowe) oraz na terenach nawadnianych, odpowiednio 62,3 i 64,2 mln t, natomiast w systemach produkcji bez nawodnienia jedynie 21,7 mln t.

W skali globalnej gospodarki wodnej największym użytkownikiem wody jest rolnictwo. Przyjmuje się, że 90% zapotrzebowania jednostki na wodę związane jest z produkcją żywności. Jednakże klasyczne wskaźniki poboru wody nie dostarczają informacji na temat rzeczywistych potrzeb wodnych ludności. Na początku lat 90. ubiegłego stulecia J.A. Allan wprowadził pojęcie tzw. śladu wodnego, jako narzędzia do opisu bezpośredniego i pośredniego zużycia wody w produkcji dóbr [26]. Wskaźnik zużycia wody, tzw. ślad wodny (water footprint), jest wielowymiarowy i uwzględnia 3 komponenty: zielony, niebieski i szary, w zależności od położenia geograficznego i czasu [13]. Komponent niebieski to objętość dostępnej w określonym czasie wody pochodzącej z akwenów i podziemnych zasobów wodonośnych, która została zużyta do produkcji 1 kg mleka o skorygowanej wartości odżywczej (ECM). Jej najwyższe zużycie na świecie odnotowano w Jordanii (436 l), a najniższe w Nowej Zelandii (16 l). Komponent zielony to woda pochodząca z opadów dostępna dla roślin, wykorzystywana w produkcji rolnej pasz dla zwierząt. Jej najwyższe zużycie przypada w Ugandzie (4549 l), a najniższe w Finlandii (549 l). Natomiast komponent szary oznacza wodę zanieczyszczoną, która ponownie trafia do obiegu, jednakże przy zmienionym jej składzie. Najwyższy poziom tego wskaźnika został wykazany w Chinach (168 l), a najniższy w Chile (34 l). Chów przemysłowy (intensywny) jest największym źródłem zanieczyszczenia wody, znacząco wyprzedzając inne systemy.

W produkcji mleka oszacowanie poziomu wskaźnika zużycia wody wymaga uwzględnienia podstawowej cechy użyteczności mlecznej bydła – ECM (energy corrected milk). Badania Sultany i wsp. [27] wykazały, że komponent zielony, niebieski i szary wskaźnika zużycia wody w globalnej produkcji mleka wynosi, odpowiednio: 1466, 121 i 106 l/kg ECM. Ponadto zmienność poziomu wskaźnika zużycia wody zależy od interakcji między poziomem produkcji mleka, składem dawek pokarmowych i regionem. Niepokojącym jest fakt, że w UE zwierzęta o niskim

potencjale produkcyjnym mleka i pochodzące z gospodarstw niskonakładowych charakteryzują się wyższym poziomem wskaźnika zużycia wody na 1 kg ECM, w porównaniu do zwierząt objętych intensywnym systemem produkcji. Żywnienie zwierząt produkujących mleko jest istotnym czynnikiem wpływającym na poziom komponentu niebieskiego zużycia wody, który w przypadku bydła oscyluje na poziomie 50-86% [27].

Podsumowując należy wskazać, że analizy uwzględniające poziom produkcji mleka od różnych gatunków zwierząt związanych z ich naturalnym miejscem bytowania, przy zrównoważonym zużyciu wody są olbrzymim wyzwaniem geostrategicznym dla ekspertów w naszym stuleciu. Zdając sobie sprawę z ograniczeń wielkości zasobów wodnych, warto podejmować różnego rodzaju działania umożliwiające redukcję tego typu zagrożeń.

Literatura: 1. **Bachanek M.**, 2012 – Woda w żywieniu bydła. Praca magisterska. SGGW, Warszawa. 2. **Barłowska J., Florek M., Litwińczuk Z.**, 2016 – Mleko i mięso zwierząt przeżuujących jako źródło substancji biologicznie czynnych. Cz. I. Mleko. Przegl. Hod. 2, 1-4. 3. **Beede D. K.**, 2006 – *Evaluation of Water Quality and Nutrition for Dairy Cattle*. Michigan State University, Department of Animal Science, Publication 48824. 4. **Dyer T.G.**, 2012 – Water requirements and quality issues for cattle. Univ. of Georgia, SB-56. 5. **German D.**, 2008 – Interpretation of water analysis for livestock suitability. South Dakota State Univ., C274, 1-12. 6. **Gołębiowski M.**, 2014 – Znaczenie wody oraz organizacja strefy pojenia dla krów mlecznych. Farmer 9, 144-146. 7. **Griffin M.**, 2016 – Milk and milk products. Food Outlook 7-8. 8. **Gutry-Korycka M., Sadurski A., Kundzewicz Z.W., Pociask-Karteczka J., Skrzypczyk L.**, 2014 – Zasoby wodne a ich wykorzystanie. Nauka 1, 77-98. 9. **Jasiorowski H.**, 2011 – Światowe systemy użytkowania bydła czyli za krowim ogniem po całym świecie. Wielkopolskie Wyd. Roln., 60-63. 10. **Krebs T.**, 2016 – Woda dla krów mlecznych (www.technologia.kpodr.pl; dostęp 10.10.2016). 11. **Kuczyńska B.**, 2014 – Obecne kierunki rozwoju produkcji mleka w odniesieniu do oczekiwań społecznych, ochrony środowiska i dobrostanu krów. Wpływ systemu produkcji na stan zdrowotny krów i jakość mleka. CDR Radom, 33-40. 12. **Lundqvist J., de Fraiture C., Molden D.**, 2008 – Saving water: From field to fork. SIWI Policy Brief. Stockholm International Water Institute, Stockholm, Sweden. 13. **Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y.**, 2010 – *The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products*. Value of Water Res. Rep. Ser. No. 48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. 14. Ochrona środowiska 2015 – GUS, Warszawa. 15. **Olszewska M.**, 2015 – Produkcja mleka w Polsce na tle świata i krajów Unii Europejskiej. Wład. Zootech. 3, 150-157. 16. **PFHBiPM**, 2015 – Wyniki oceny wartości użytkowej krów mlecznych (www.pfhb.home.pl/pfhb_new/index.php/ocena/mleczna/publikacje/wyniki-owub). 17. **Pfister S., Koehler A., Hellweg S.**, 2009 – Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA. Environ. Sci. Technol. 43 (11), 4098-4104. 18. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia (Dz.U. z 2002 r., nr 204, poz. 1728). 19. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. z 2007 r., nr 61, poz. 417). 20. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. z 2010 r., nr 72, poz. 466). 21. **Schlink, A.C., Nguyen, M.L., Viljoen, G.J.**, 2010 – Water requirements for livestock production: A global perspective. Rev. Sci. Tech. 29 (3), 603-619. 22. **Seremak-Bulge J.** 2015 – Produkcja mleka. Rynek mleka – stan i perspektywy 49, 8-14. 23. **Soszka M.**, 2010 – Wlewy dozwolone. Bydło 12, 34-37. 24. **Staszak E.**, 2008 – Woda a żywienie bydła. Bydło 8/9, 11-15. 25. **Steinhoff-Wrzeźniewska A., Rajmund A., Godzwon J.**, 2013 – Zużycie wody w wybranych branżach przemysłu spożywczego. Inż. Ekolog., 32, 164-171. 26. **Stępniewska M.**, 2014 – Ile wody naprawdę zużywamy? Ocena śladu wodnego Polaków związanego z konsumpcją żywności. Gospodarka wodna 9, 321-324. 27. **Sultana M.N., Uddin M.M., Ridout B.G., Peters K.J.**, 2014 – Comparison of water use in global milk production for different typical farms. Agric. Syst. 129, July, 9-21. 28. **Thornton P.K.**, 2010 – Livestock production: recent trends, future prospects. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 365 (1554), 2853-2867.