

The importance of milking equipment for udder health

Summary

Breeding progress focused on milk yield created the need for milking devices (direct-to-can milking machines, milking parlours, and robots). The use of these devices reduces labour input and working time, but malfunctioning of milking equipment has a negative impact on udder health, leading to economic losses. In order for the milking cluster to function properly, negative pressure (underpressure) must be created. The vacuum level should be within the range of 46-48 kPa (high-line system) or 42-44 kPa (low-line installation, milking parlour). Excessive underpressure causes hyperkeratosis of the teat tip, while insufficient underpressure reduces milk yield and prolongs milking time. The part of the milking machine that is in contact with the udder is the liner, which should be smooth, clean, and replaced regularly, as microcracks will be colonized by bacteria causing mastitis. The udders of cows milked using triangular liners have been shown to be healthier than in the case of oval liners. Proper blood supply to the teat during milking requires both the milking phase and the massage phase; reducing the length of the massage phase causes teat swelling. A common pathology encountered during milking is overmilking, during which the milking machine is working, but milk is not released, and the walls of the teat canal rub against one another. Overmilking can be caused by removing the cluster too late at the end of milking or by attaching it too soon. Milking hygiene and the animals' living environment are also extremely important. The use of predipping allows the udder to be cleaned before milking, while postdipping protects the teat canal, which is open after milking, providing a gateway for bacteria causing mastitis. Normal udder morphology is important as well, as it ensures that the milking equipment is compatible with the animal and functions properly.

KEY WORDS: milking, milking machine, mastitis, milk production

Quo vadis zootechniko? – II Kongres Zootechniki Polskiej

Justyna Batkowska¹,

Ewa Katarzyna Jastrzębska²

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki,

²Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wydział Bioinżynierii Zwierząt

Quo vadis zootechniko? – to tytuł monografii wydanej przez Polskie Towarzystwo Zootechniczne. Książka jest pokłosiem zorganizowanego II Kongresu Zootechniki Polskiej, organizowanego przez Polskie Towarzystwo Zootechniczne im. M. Oczapowskiego oraz Komitet Nauk Zootechnicznych i Akwakultury Polskiej Akademii Nauk, który odbył się w Warszawie w dniach 17-18 czerwca 2021 r. (w formie hybrydowej). Wspomniana monografia to praca wieloautorska, w której znalazło się 12 rozdziałów (artykułów) opracowanych na podstawie wygłoszonych referatów i dyskusji prze-



II Kongres Zootechniki Polskiej

Quo vadis zootechniko?

MONOGRAFIA

Warszawa, 2021

prowadzonych podczas Kongresu. Ich tematyka była bardzo szeroka i różnorodna. Z troską i z powagą pochyłano się nad pilnymi wyzwaniami dotyczącymi hodowli i żywienia zwierząt, chorób i ich wpływu na zdrowie, życie zwierząt i człowieka, zagadnień rozwoju akwakultury i możliwości ich wszechstronnego wykorzystania, problematyki strat i marnotrawstwa żywności, zagadnień negatywnego oddziaływania produkcji zwierzęcej na środowisko, potencjału zastosowania sztucznej inteligencji, jako technologii nowoczesnego monitoringu, wspierania procesów decyzyjnych w zarządzaniu stadami oraz automatyzacji działań w produkcji zwierzęcej.

Głównym tematem Kongresu, a tym samym opracowania pokonferencyjnego, było skonfrontowanie wiedzy naukowej z praktyką zootechniczną w zakresie wpływu produkcji zwierzęcej na zachodzące zmiany klimatyczne, a także możliwości zapobiegania im. Podniesiono dwie kwestie, które znajdują swoje odzwierciedlenie w treści prac. Pierwsza z nich to pytanie, czy zootechnika ma już gotowe rozwiązania, aby ochronić zwierzęta hodowlane przed zagrożeniami wynikającymi ze zmian klimatycznych, natomiast druga to czy transfer wiedzy i innowacji z instytucji naukowych realnie przyczynia się do adaptacji sektora produkcji zwierzęcej do zachodzących na świecie zmian.

Referaty sesji plenarnej Kongresu tematycznie nawiązywały do najbardziej aktualnych problemów, z którymi boryka się współczesna zootechnika. W pierwszej pracy (**Krajewski K., Niżnikowski R., Ardanowski J.K.: Aktualne wyzwania dla produkcji zwierzęcej – emisja gazów cieplarnianych i marnotrawstwo**) podniesiono brak kompleksowego podejścia do emisji gazów cieplarnianych, za którą między innymi wini się produkcję zwierzęcą, wzywając do jej ograniczenia, a jednocześnie nie bierze się pod uwagę marnotrawstwa żywności, które również przyczynia się do zwiększenia intensywności zjawiska. Temat podjęto m.in. z uwagi na nacisk wywierany ze strony zintegrowanych środowisk ekologicznych i wegańskich, a także zaniepokojenie tym faktem wśród producentów i konsumentów żywności pochodzenia zwierzęcego oraz konsekwencje dla rolnictwa. Opracowano model relacji obiegu gazów w środowisku na tle zależności produkcja zwierzęca – marnotrawstwo żywności wskazując, że pomiędzy produkcją zwierzęcą a środowiskiem powstają interakcje, zarówno obciążające środowisko naturalne, jak i zmniejszające globalną emisję gazów. Efektywnym w tym zakresie może być ograniczenie marnotrawstwa żywności, nie tylko pochodzenia zwierzęcego, szczególnie przez konsumentów oraz skoordynowanie działań w łańcuchu żywnościowym, eliminujących zachodzące w nim straty. Podniesiono też brak strategicznego planu wsparcia rolnictwa oraz konieczność opracowania spójnej polityki w obszarach sektorów wrażliwych, oraz marnotrawstwa żywności, wsparcia dla odpo-

wiedzialnej konsumpcji żywności oraz stworzenia aktywnej polityki komunikacji społecznej dla tych celów.

Temat zanieczyszczenia środowiska, w tym także emisji gazów cieplarnianych przez produkcję zwierzęcą, podjęto w rozdziale III (**Cieślak A., Szumacher-Strabel M.: Żywienie zwierząt a zanieczyszczenie środowiska**), tym razem w kontekście żywienia zwierząt. Każdy rodzaj produkcji zwierzęcej powoduje zagrożenie dla środowiska naturalnego. Aktywne działania w tym aspekcie wymusza wzrastająca świadomość środowiskowa współczesnych konsumentów produktów pochodzenia zwierzęcego, którzy oczekują, by produkcja zwierzęca nie tylko spełniała wymagania co do bezpieczeństwa i jakości pozyskiwanej żywności, ale również przyczyniała się do ograniczenia negatywnych wpływów na środowisko naturalne.

Tu coraz częściej zwraca się uwagę na tzw. rolnictwo zrównoważone, czyli zapewniające samowystarczalność żywnościową bez negatywnego wpływu na środowisko przyrodnicze. Wpisuje się ono w ideę Europejskiego Zielonego Ładu, stanowiącego kierunek rozwoju zarówno produkcji zwierzęcej, jak i rolnictwa generalnie. Do obniżenia emisji gazów może przyczynić się utrzymanie zwierząt wysoko produkcyjnych, natomiast podniesienie ich efektywności może następować poprzez m.in. właściwe zbilansowanie dawki pokarmowej czy mieszanki paszowej, suplementację białka i energii, jeśli bazą dawki są niskiej jakości pasze objętościowe lub dodatki paszowe. Zainteresowanie firm paszowych wskazuje, że zagadnienia negatywnego oddziaływania produkcji zwierzęcej na środowisko nie są obojętne także dla tej branży.

Kolejnym podjętym w sesji plenarnej tematem, aktualnym zarówno z naukowego, jak i praktycznego, a przede wszystkim ekonomicznego punktu widzenia, było występowanie w Polsce afrykańskiego pomoru świń (**Niemczuk K., Frant M., Szczotka-Bochniarz A.: ASF i co dalej? Aktualna sytuacja w zakresie ASF oraz nowe perspektywy walki z chorobą**). Ta wirusowa, zakaźna choroba świń domowych oraz przedstawicieli świniowatych znajduje się na liście A Międzynarodowej Organizacji Zdrowia Zwierząt (OIE) i podlega obowiązkowi zgłaszania. W przypadku wystąpienia ASF dochodzi do dużych spadków w produkcji w stadzie, zakażenie przebiega powoli, a śmiertelność zwierząt może sięgać nawet 100%. Choroba ta nie stwarza zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi z uwagi na brak wrażliwości na zakażenie wirusem, ale wystąpienie ASF naraża gospodarkę krajową na olbrzymie straty finansowe związane z kosztami zwalczania choroby, wiążącymi się m.in. z zabiciem zwierząt i utylizacją ich zwłok, przeprowadzaniem oczyszczania i dezynfekcji oraz badań laboratoryjnych, jak również z ograniczeniem sprzedaży i wywozu świń lub wieprzowiny zarówno w kraju, jak i poza jego granice.

Być może intensyfikacja badań naukowych nad szczepionką oraz doświadczenia krajów, które zwalczyły ASF, umożliwią stworzenie skutecznych strategii do walki z tą chorobą.

Kolejny rozdział (**Cieśla M., Śliwiński J.: Producyjne i ekologiczne walory tradycyjnej gospodarki stawowej**) można uznać za swoisty wstęp do następnej sesji roboczej pt.: „Akwakultura i środowisko”. Opisuje on zalety tradycyjnej gospodarki stawowej, przewidując, że w nadchodzącej przyszłości, akwakultura może stać się jedną z podstawowych dróg pokrycia rosnącego światowego zapotrzebowania na białko pochodzenia zwierzęcego, natomiast ryby wyprodukowane w gospodarce stawowej charakteryzują się wysoką wartością odżywczą i konsumpcyjną. Jednocześnie, zwłaszcza akwakultura karpia, stanowi ekstensywny rodzaj produkcji zwierzęcej, zarówno co do wydajności, jak i powierzchni, na której jest prowadzona, co pozwala na wdrażanie certyfikowanego chowu ekologicznego. Jednocześnie obecnie obserwuje się kryzys gospodarki stawowej, na który składają się stagnacja produkcji i jej rosnące koszty, trudności w zbyciu (tu m.in. odejście od sprzedaży żywych ryb w dużych sieciach handlowych), niski udział przetwórstwa na poziomie gospodarstwa, zależność od dużych przetwórci nieprzystosowanych do przetwarzania karpia, odchodzenie od spożycia karpia na rzecz innych ryb, czy zmasowane akcje organizacji prozwierzęcych przeciwko sprzedaży żywego karpia. Być może rozwiązaniem części tych problemów byłoby integrowanie produkcji tradycyjnych gatunków z nowoczesnymi systemami intensywnymi, jednak w taki sposób by nie pociągało to za sobą utraty istotnych środowiskowo walorów tradycyjnej gospodarki stawowej. Docenić należy również wartość pozaprodukcyjnych funkcji stawów, która kilkakrotnie przekracza wartość produkowanych ryb, takich jak zespół funkcji w systemie retencji wody, stabilizację przepływów w ciekach (zapobieganie powodziom), ciągłe oddawanie zgromadzonej wody do środowiska na skutek przesiąków w okresach suszy, a także substytucja naturalnych siedlisk dla wielu gatunków roślin i zwierząt, w tym gatunków chronionych.

W ramach wspomnianej już sesji „**AKWAKULTURA I ŚRODOWISKO**” zaplanowano publikację 3 rozdziałów. Pierwszy z nich (**Sadowski J.: Akwaponika – realne rozwiązanie dla środowiska**) przybliży relatywnie nowe pojęcie akwaponiki, tj. systemu produkcji rolniczej łączącego produkcję zwierzęcą (ryby, skorupiaki) i roślinną (systemy hydroponiczne). Głównym celem takiego systemu jest ponowne wykorzystanie wytworzonych w zbiorniku substancji odżywczych do wzrostu roślin uprawnych, które charakteryzują się szybkim wzrostem, wysokim plonowaniem, wartością odżywczą i ceną rynkową (pomidory, sałata, truskawki, zioła). Akwaponika wpisuje się w ideę rolnictwa zrównoważonego, poprzez znaczne zmniejszenie zużycia wody (do 90% w stosunku do tradycyj-

negu rolnictwa) i energii (średnio o 70%), a zwiększenie plonów. W kolejnym rozdziale (**Fopp-Bayat D., Własow T.: Gospodarka jesiотrowa – wybrane aspekty związane z hodowlą i zdrowotnością**) przybliżono chów ryb jesiотrowatych jako źródło ikry oraz wartościowego mięsa. Gospodarka jesiотrowa nie należy do dobrze znanych, dlatego podjęcie tematu w ramach Kongresu Zootechniki Polskiej należy uznać za uzasadnione, zwłaszcza że Polska jest jednym z czołowych producentów czarnego kawioru w Europie. Do zalet tego gatunku ryb zalicza się łatwość hodowli, dobrą przyswajalność pasz przemysłowych, szybkie tempo wzrostu i dość krótki cykl chowu. Jednak także tu daje o sobie znać interakcja ze środowiskiem. Ocieplenie klimatu stwarza bowiem możliwości dla intensywniejszego rozwoju pasożytniczych orzęsków i skorupiaków oraz przywr stanowiących zagrożenie dla jesiотrów, a jednocześnie szerokie pole badań w tym zakresie. Sesję zamyka praca łącząca w sobie aspekty akwakultury i ekonomiki (**Turkowski K.: Usługi ekosystemowe stawów rybnych – wyniki badań krajowych i zagranicznych**), gdyż wspomniane już pozaprodukcyjne funkcje stawów rybnych (ochrona przed powodziami, zwiększanie retencji wodnej, tworzenie mikroklimatu czy zwiększanie bioróżnorodności) wpisują się w koncepcję usług ekosystemowych i stanowią pozytywne efekty zewnętrzne, z których korzyści czerpie całe społeczeństwo (gospodarka wodna, rolnictwo, leśnictwo, turyści, właściciele pobliskich nieruchomości), a które nie stanowią przedmiotu obrotu rynkowego i nie znajdują odzwierciedlenia w przychodach właścicieli/użytkowników stawów rybnych. Rozdział stanowi porównawcze opracowanie wykorzystania funkcji stawów rybnych jako usług ekosystemowych, skategoryzowanych jako produkcyjne, środowiskowe i społeczne, w Polsce, na Węgrzech i we Francji, co pozwoliło na określenie stanu wiedzy na ten temat. Jest ona niezbędna przy formułowaniu odpowiednich unijnych i krajowych programów wspierania rozwoju akwakultury, a zapewniane przez nie płatności (np. rekompensat wodno-środowiskowych) i wspieranie usług ekosystemowych w systemach produkcji ryb zwiększa gotowość do wdrażania odpowiednich praktyk rybackich i przyczynia się do ochrony środowiska, a tym samym do wzrostu dobrobytu ludzi.

Trzecia i ostatnia część monografii została zatytułowana „**EKOLOGIA**” i obejmuje 5 zróżnicowanych tematycznie rozdziałów nawiązujących zarówno do samej produkcji zwierzęcej, jak i jej wpływu na środowisko. Wzrost udziału rolnictwa ekologicznego, redukcja stosowania antybiotyków i herbicydów, bezemisyjna gospodarka, w tym rolnictwo, gospodarka węglowa, biogospodarka, systemy jakości żywności oparte o podwyższony dobrostan zwierząt są elementami strategii „Zielona architektura” i wpisują we wspomniany już Zielony Ład (**Walczak J.: Nowe technologie w produkcji zwierzęcej poprawiające dobrostan zwierząt i ograniczające emisję zanieczyszczeń do środowiska**). Postawienie pytania,

czy ochrona środowiska i przeciwdziałanie zmianom klimatu stanowią dziś ograniczenie lub zagrożenie dla produkcji zwierzęcej świadczy o istnieniu swoistej bariery poznawczej i komunikacyjnej, a odpowiedź na nie zależy od przyjętego paradygmatu, świadomości społecznej, strategii gospodarczej, czy teorii ekonomicznych. Ochrona zasobów (wody, gleby, powietrza) jest jednym z głównych uwarunkowań w skali makro. Presja, jaka wywierana jest przy tym na rolnictwo, dotyczy rozwiązań technicznych i czasu na ich wprowadzenie. Wśród nowych technologii największe znaczenie mają tu modyfikacje w żywieniu bydła (precyzja i strawność pasz) oraz zwierząt monogastrycznych (większa strawność białka u zwierząt monogastrycznych przyczynia się do redukcji emisji amoniaku i tlenu diazotu), metody hodowlane i nowe indeksy oparte o emisję metanu ze żwacza, zastosowanie w chowie podłóg separujących kał od moczu (ograniczające aktywność ureazy), filtry oczyszczające powietrze wentylowane z budynków etc. Nowe, precyzyjne i inteligentne narzędzia redukują nakłady pracy, skutki środowiskowe i optymalizują koszty, zwiększając dochodowość gospodarstw.

Aspekt wykorzystania innowacyjnych technologii we współczesnej zootechnice podjęto również w kolejnej pracy (**Makulska J.: Sztuczna inteligencja w zootechnice**), w której skupiono się na właściwym i nowoczesnym zarządzaniu fermą, polegającym na indywidualnym podejściu do poszczególnych osobników oraz uwzględnieniu istniejących interakcji produkcyjno-środowiskowych, ekonomicznych i społecznych. Warunkiem koniecznym w tym aspekcie jest dostęp do innowacyjnych technik inżynierskich oraz technologii informacyjno-komunikacyjnych. Przedstawiono koncepcję Czwartej Rewolucji Przemysłowej w Rolnictwie, w którą wpisuje się wykorzystanie sztucznej inteligencji w precyzyjnej produkcji zwierzęcej. Jako przykłady wymieniono m.in. monitoring zwierząt, ich identyfikację i lokalizację, detekcję zdarzeń fizjologicznych (ruja, zbliżający się poród) i chorób (metabolicznych, wymienia, kończyn), ocenę poprawności żywienia i jakości pastwisk, predykcję wyników produkcyjnych, emisję gazów cieplarnianych czy też sterowanie mikroklimatem pomieszczeń inwentarskich.

W jednej z prac (**Walczak J.: Nowe technologie w produkcji zwierzęcej poprawiające dobrostan zwierząt i ograniczające emisję zanieczyszczeń do środowiska**) postawiono tezę, że nagłe i nieprzewidziane zjawiska w skali globalnej, nie są w stanie zahamować rozwoju technologicznego. Bezsprzecznie do takich zjawisk należy zaliczyć pandemię Covid-19, która spowodowała wzrost zainteresowania zaawansowanymi technologiami, ale jednocześnie pokazała niedoskonałości systemu produkcji żywności pochodzenia zwierzęcego. Analizę produkcji zwierzęcej w czasie pandemii, ale także ryzyka z nią związanego, znaleźć można w kolejnej pracy sekcji „Ekologia” (**Wójcik P., Karpowicz A.: Produkcja zwierzę-**

ca w czasach pandemii). Niezależnie od gatunku zwierząt hodowcy zwracali uwagę na ryzyko wprowadzenia obowiązkowej kwarantanny w przypadku wystąpienia choroby u rolnika, mogącej spowodować masowe upadki zwierząt przy jednoczesnym braku siły roboczej najemnej. Obawę budziło także szerzenie się choroby wśród pracowników zakładów przetwórczych, gdzie wprowadzenie obowiązkowej kwarantanny oznaczało skrócenie czasu pracy, mniejszy przerób, a nawet zamknięcie zakładu. Podniesiono problem nieadekwatnej pomocy finansowej dla rolnictwa ze strony państwa, w porównaniu do innych podmiotów gospodarki. Szacuje się, że w wyniku pandemii, najbardziej ucierpieli producenci trzody chlewnej i drobiu, z uwagi na spadek zapotrzebowania na mięso w sektorze HoReCa w wyniku lockdownu, ograniczeń w turystyce, zamknięcia, a następnie limitowanych wizyt w restauracjach. Do ograniczeń w funkcjonowaniu rynku na skutek pandemii koronawirusa doszły problemy spowodowane epidemiami wirusowymi zwierząt (afrykański pomór świń, ptasia grypa).

Specyfika kolejnego rozdziału (**Jaworski Z., Łojek J., Peckiel P.: Organizacja i hodowla koni w Polsce oraz ich wpływ na środowisko**) wynika w głównej mierze ze stosunku do koni w Polsce i sposobu ich traktowania, ponieważ ze zwierząt rolniczych, a wcześniej bojowych, konie stały się partnerami w sporcie i rekreacji. W pracy przedstawiono strukturę rasową pogłowia koni oraz ich znaczenie w strefach ekonomicznej, społecznej i ekologicznej. Konie, jako roślinożerne zwierzęta gospodarskie, doskonale wpisują się w produkcję rolną zgodnie z wymaganiami środowiska oraz zachowaniu bioróżnorodności agroekosystemów spełniając funkcję środowiskotwórczą, wspomagając proces renaturalizacji zakłóconych ekosystemów, utrzymując wiele biotopów łąkowo-pastwiskowych oraz korzystnie wpływając na krajobraz i zwiększenie bioróżnorodności.

Ostatni rozdział monografii (**Udała J., Kondracki S.: Edukacja ekologiczna**) dotyczy podstaw kształcenia przyszłych zootechników w aspekcie prowadzenia zrównoważonej produkcji zwierzęcej i ograniczania jej wpływu na środowisko przyrodnicze. W pracy przeanalizowano determinanty edukacji ekologicznej, jej cele oraz realizację na wszystkich etapach edukacji ze szczególnym uwzględnieniem studiów wyższych. Na podstawie danych udostępnionych przez władze wydziałów uczelni rolniczych, kształcących na kierunkach wpisujących się w dyscyplinę zootechniki oraz rybactwo wykazano, że problematyka edukacji ekologicznej podejmowana jest na każdym etapie kształcenia młodzieży akademickiej. W zależności od specyfiki kierunku na ogół są to przedmioty obowiązkowe ujęte w planach pierwszego stopnia kształcenia. Treści programowe przedmiotów z obszaru edukacji ekologicznej, prowadzonych na studiach zootechnicznych obejmują szeroki zakres i kompleksowo ujmują złożoność problematyki ochrony środowi-

ska, w tym także zagadnienia dotyczące zasad bioasekuracji i biobezpieczeństwa produkcji żywności, zasady proekologicznego chowu zwierząt oraz aspekty związane z rolnictwem ekologicznym. Z uwagi na fakt, że działalność człowieka niesie często negatywne i nieodwracalne skutki dla środowiska, świadomość tego oddziaływania jest bardzo ważna. Kompleksowa edukacja ekologiczna jest zatem narzędziem budowy świadomości ekologicznej społeczeństw.

Monografię zamykają „Wnioski”, które są odzwierciedleniem zarówno atmosfery obrad, jak i wystąpień uczestników Kongresu. Wszystkie wnioski i postulaty należy uznać za trafne, słuszne i godne poparcia.

Monografia stanowi podsumowanie aktualnej sytuacji w polskiej, ale i światowej zootechnice, wskazuje na problemy, z jakimi boryka się obecnie produkcja zwierzęca, jak również pozwala w pewnym stopniu sprecyzować wyzwania, z którymi w niedalekiej przyszłości, będzie ona musiała się zmierzyć. Poszczególne rozdziały napisane są w sposób jasny i przystępny dla czytelnika, niekoniecznie specjalisty z dziedziny, dlatego też opracowanie może stanowić istotną pozycję naukową dla osób interesujących się zagadnieniami z zakresu współczesnej zootechniki.

Monografię (226 stron, oprawa miękka) można zamawiać w Polskim Towarzystwie Zootechnicznym (e-mail: ptz@ptz.icm.edu.pl).

Opracowanie kompozytów biodegradowalnych z węglem aktywnym dla zastosowań w rolnictwie jako nawozów o kontrolowanym uwalnianiu mikroelementów

Piotr Szatkowski¹, Patrycja Rzenno¹
Katarzyna Suchorowiec¹, Edyta Molik²

¹Akademia Górniczo-Hutnicza

Katedra Biomateriałów i Kompozytów

²Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Katedra Żywnienia, Biotechnologii Zwierząt i Rybactwa

Wstęp

Na przestrzeni lat obserwuje się systematyczny wzrost liczby ludności i według prognoz między rokiem 2019 a 2100 liczebność populacji wzrośnie z 7,7 mld ludzi do 10,9 mld ludzi [6], co przyczyni się do wzrostu produkcji żywności aż o 70% [24]. Sprostanie tym oczekiwaniom stanowi wyzwanie dla sektora rolniczego. Jednocześnie zwiększenie produkcji żywności wymaga podjęcia działań, których wdrożenie nie spowoduje szkód dla środowiska [6, 7]. Aby zapewnić ro-

ślinom odpowiednie warunki wzrostu i rozwoju, należy zadbać, aby środowisko, w którym się znajdują w jak największym stopniu odpowiadało wymaganiom danego gatunku. Pobieranie składników odżywczych zachodzi z wody powietrza oraz gleby. Istotne jest pobieranie makro i mikroelementów z gleby. Makroelementy takie jak N, P, K, Ca, Mg oraz S stanowią co najmniej 0,15% suchej masy organizmu, natomiast mikroelementy, czyli pierwiastki śladowe, występujące w organizmie w ilości poniżej 0,01% suchej masy. Zapotrzebowanie na te składniki pokarmowe jest stosunkowo duże, ponieważ są one niezbędne do prawidłowego funkcjonowania roślin [1]. Skutecznym narzędziem do realizacji takiej produkcji są m.in. precyzyjne rolnictwo oraz nowe gatunki roślin. Kluczowe jest także opracowanie metod dostarczania roślinom substancji mineralnych w taki sposób, aby zminimalizować negatywne dla środowiska skutki [8]. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu nowoczesnych nawozów o kontrolowanym uwalnianiu. Ich stosowanie może przyczynić się do ograniczenia ilości zużywanego nawozu oraz częstotliwości nawożenia, przy jednoczesnym zwiększeniu efektywności uprawy roślin [10]. Prawidłowy wzrost i rozwój wszystkich organizmów żywych jest determinowany przez warunki środowiska, w którym żyją [1, 3]. Najpopularniejszą formą stosowanych nawozów mineralnych są konwencjonalne nawozy rozpuszczalne w wodzie. Zawierają one łatwo przyswajalne dla roślin formy substancji składników pokarmowych np. w postaci jonów NH_4^+ , NO_3^- , H_2PO_4^- , K^+ . Aplikacja nawozów szybko działających jest zasadna, gdy istnieje konieczność szybkiego wzbogacenia gleby w odpowiednie pierwiastki np. przed siewem i sadzeniem w niej roślin, bądź gdy obserwuje się niedobór któregoś z mikro- lub makroelementów [18, 22]. Mniejszą skuteczność działania obserwuje się w wypadku ich długoterminowego stosowania. Wysokie stężenie składników nawozowych utrzymuje się w glebie średnio od 2 do 4 tygodni, a potem spada w wyniku pobrania tych składników przez rośliny i również wymywania niektórych składników z gle-