

Katarzyna Żyłowska, Rafał Pudelko

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

ANALIZA OKRESU GOSPODARCZEGO JAKO KRYTERIUM
WYZNACZANIA TERMINU NAWOŻENIA AZOTEM*

Słowa kluczowe: nawożenie, nawożenie azotem, okres gospodarczy

Wstęp

Azot to jeden z ważniejszych czynników plonotwórczych dla roślin (14, 15). Odpowiednio dobrana dawka oraz termin nawożenia tym składnikiem mogą wpłynąć na wielkość plonu (1, 2, 8, 13). W Polsce według „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczeń wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” (5) nawożenie azotem na gruntach ornych jest możliwe od 1 marca do 20 października nawozami azotowymi mineralnymi i nawozami naturalnymi płynnymi, a od 1 marca do 31 października – nawozami naturalnymi stałymi. W przypadku upraw trwałych, wieloletnich oraz trwałych użytków zielonych nawozy azotowe mineralne i nawozy naturalne płynne można stosować od 1 marca do 31 października, zaś nawozy naturalne stałe – od 1 marca do 30 listopada. Ponadto według ustawy o nawozach i nawożeniu (4) nie można stosować nawozów na glebach zamrzniętych (gleba, która rozmarza co najmniej powierzchniowo w ciągu dnia, nie jest uznawana za zamrzniętą), zalanych wodą, nasyconych wodą i pokrytych śniegiem.

Zmiana terminu rozpoczęcia nawożenia azotem

Według zapisów ustawowych termin rozpoczęcia nawożenia azotowego ustalony jest jako jedna data dla całego kraju – 1 marca. W ostatnich latach coraz częściej

*Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.1 pt. „Nawożenie użytków rolnych” z dotacji budżetowej przeznaczonej na realizację zadań MRiRW w 2022 r.

rolnicy wnioskuje o przyspieszenie tego terminu ze względu na warunki pogodowe. Jak wiadomo, zmiany klimatu, o których stale się teraz mówi w kontekście rolnictwa i jego adaptacji do tych zmian są faktem. Coraz częściej mamy do czynienia z przyspieszeniem rozpoczęcia wegetacji, brakiem pokrywy śnieżnej w miesiącach zimowych, wzrostem średniej temperatury powietrza, czy też długimi okresami bezopadowymi. Wszystkie te zjawiska mogą być niekorzystne dla rolnictwa, dlatego ważne jest zastosowanie działalności rolniczej do panujących warunków. Jednym ze sposobów adaptacji rolnictwa do tych zmian jest dostosowanie terminów prac polowych, w tym nawożenia, do warunków wegetacji roślin. Aby móc to wykonać, należy prowadzić w każdym roku monitoring warunków pogodowych.

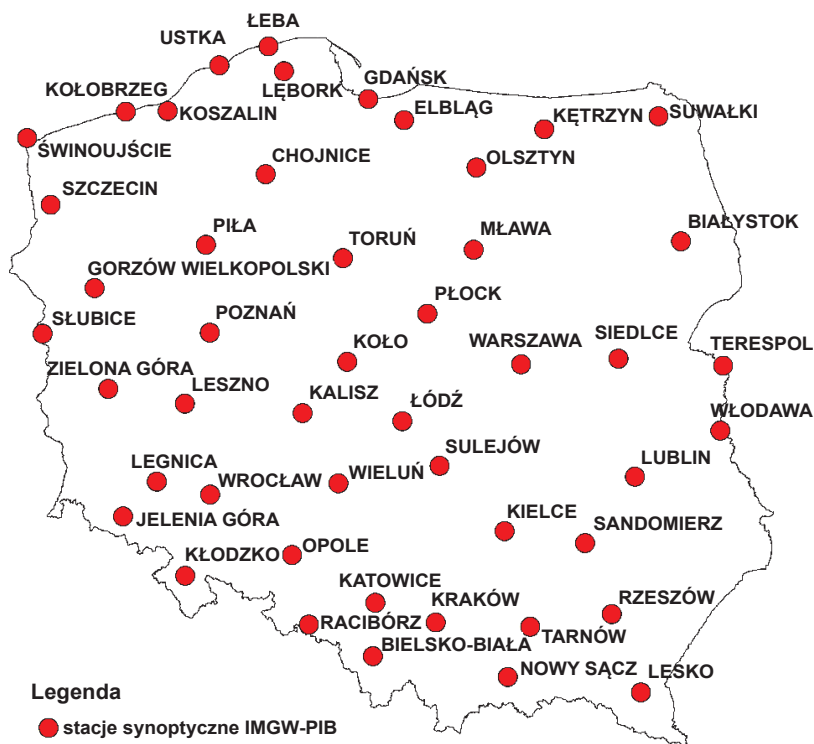
Jako przykład wpływu przebiegu pogody na terminy wykonywania zabiegów można podać rok 2020, w którym ze względu na wysokie temperatury w styczniu i lutym rolnicy dostali zgodę na stosowanie nawozów już od 15 lutego (5). Termin ten dotyczył jednorazowego odstępstwa wcześniejszego zastosowania nawozów azotowych w 2020 r. Jednak z przeprowadzonych poniżej analiz wynika, że w ostatnich 20 latach takie „odstępstwa” zdążają się coraz częściej.

Analiza warunków meteorologicznych odpowiednich do rozpoczęcia nawożenia azotem

Analizę warunków pogodowych przeprowadzono przy użyciu dobowych danych meteorologicznych publikowanych przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy (www.danepubliczne.imgw.pl). Na podstawie zgromadzonych informacji przygotowano bazę danych ze średnią dobową temperaturą powietrza dla 48 stacji synoptycznych rozmieszczonych na obszarze Polski (rys. 1) dla lat 1971–2020.

Na podstawie średniej dobowej temperatury powietrza wyznaczono dla poszczególnych stacji dla każdego roku datę przejścia średniej dobowej temperatury powietrza przez próg 3°C w latach 1971–2020. Jako kryterium wyznaczenia tej daty przyjęto, że przez co najmniej 5 kolejnych dni (od 1 lutego) średnia dobowa temperatura powietrza była wyższa lub równa od zadanej wartości. W analizach nie uwzględniono danych ze stycznia, ponieważ po pierwszych ciepłych dniach tego miesiąca temperatura ponownie spada i ulegają zmianie warunki termiczne.

W agrometeorologii przejście średniej dobowej temperatury powietrza przez próg 3°C wyznacza początek okresu gospodarczego w rolnictwie, który uznawany jest za termin rozpoczęcia prac polowych. Okres ten jest opisany w literaturze (9, 10, 12, 16), która wskazuje, że zarówno jego rozpoczęcie, jak i długość trwania ulegają zmianom na przestrzeni lat, co jest szczególnie widoczne w ostatnich latach. Podobne zmiany dotyczą okresu wegetacyjnego, który rozpoczyna się po przejściu średniej dobowej temperatury powietrza przez próg 5°C (3, 6, 7, 11).

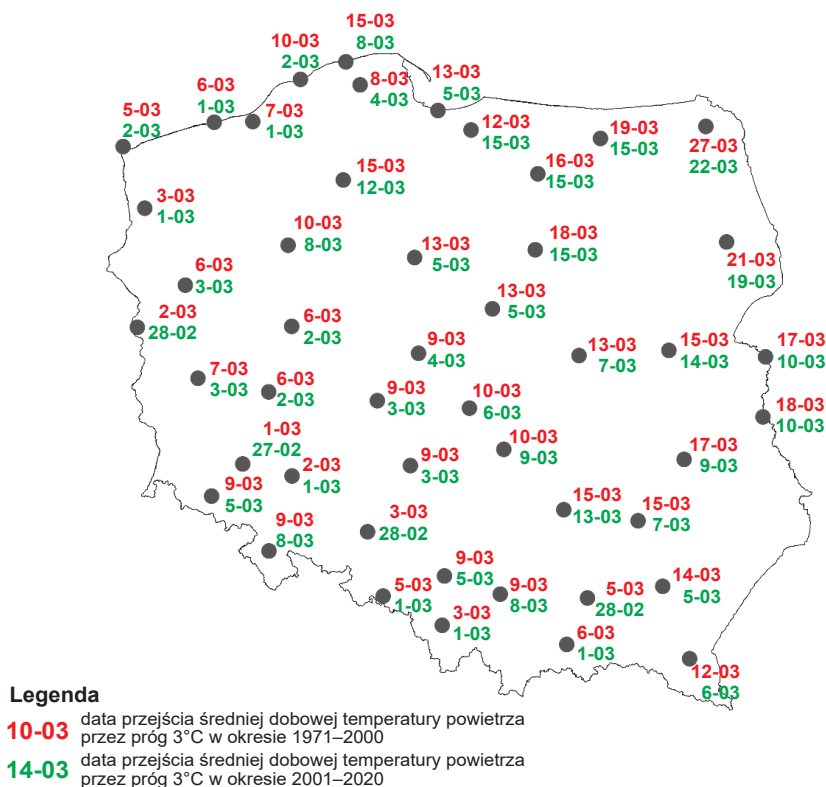


Rys. 1. Stacje synoptyczne IMGW-PIB

Źródło: opracowanie własne

Okres gospodarczy – przejście średniej temperatury przez próg 3°C

Analizując daty przejścia średniej dobowej temperatury powietrza przez próg 3°C, widać wyraźnie, że w ostatnich latach, 2001–2020, ten próg termiczny jest osiągnięty kilka lub kilkanaście dni wcześniej niż w wieloleciu 1971–2000 (rys. 2). Obecnie w zachodniej części kraju próg ten jest osiągnięty średnio w trzeciej dekadzie lutego (Słubice – 28 luty, Legnica – 27 luty), zaś we wschodniej – w pierwszej i drugiej dekadzie marca (Lublin – 9 marzec, Sandomierz – 7 marzec). Wyjątkiem są obszary położone w Polsce północno-wschodniej, gdzie średnia dobowa temperatura powietrza przechodzi przez 3°C w trzeciej dekadzie marca; na stacji w Suwałkach jest to 22 marca. W porównaniu z wieloleciem 1971–2000 w Suwałkach jest to przyspieszenie o 5 dni, co w przypadku pojedynczego roku może mieć duże znaczenie dla różnych zabiegów agrotechnicznych wykonywanych na polach.



Rys. 2. Średnia data przejścia temperatury przez próg 3°C na wybranych stacjach w latach 1971–2000 oraz 2001–2020

Źródło: opracowanie własne

Analizując powyższe dane, można zauważyć, że największe przyspieszenie w wieloleciu 2001–2020 w porównaniu z latami 1971–2000 nastąpiło na wschodzie i północy Polski. W rejonach tych okres gospodarczy rozpoczyna się średnio o 6–8 dni wcześniej. Na zachodzie kraju jest to natomiast około 3–4 dni.

Oprócz zaobserwowanego przyspieszenia przekroczenia progu termicznego 3°C średnio w wieloleciu istotna jest też zmienność w poszczególnych latach. W ciągu pojedynczych lat data przejścia przez próg termiczny może być wcześniejsza lub późniejsza od średniej, co zostało przedstawione na rysunku 3. Obserwujemy, że po 2006 r. daty przekroczenia progu 3°C przyspieszyły. Od 2001 r. do 2006 r. próg 3°C osiągany był między 60 a 90 dniem roku, zaś od 2007 r. – między 30 a 60 dniem. Różnice pomiędzy poszczególnymi latami są duże i mogą dochodzić na jednej stacji nawet do 60 dni. W 2002 r., kiedy to mieliśmy do czynienia z ciepłą zimą, średnia dobowa temperatura powietrza przekroczyła próg 3°C już w pierwszych dniach lutego (37 dzień roku). Dotyczyło to stacji położonych w różnych rejonach Polski. W kolejnym

roku (2003) nastąpiło to dopiero 27–28 marca (87, 88 dzień roku) w Suwałkach, we Włodawie i Wrocławiu i 12 marca (72 dzień roku) w Poznaniu. W roku 2013 okres gospodarczy rozpoczął się jeszcze później, bo dopiero 102 dnia roku (12 kwietnia) we Wrocławiu, 104 dnia roku (14 kwietnia) w Poznaniu, 105 dnia roku (15 kwietnia) we Włodawie i 110 dnia roku (20 kwietnia) w Suwałkach.

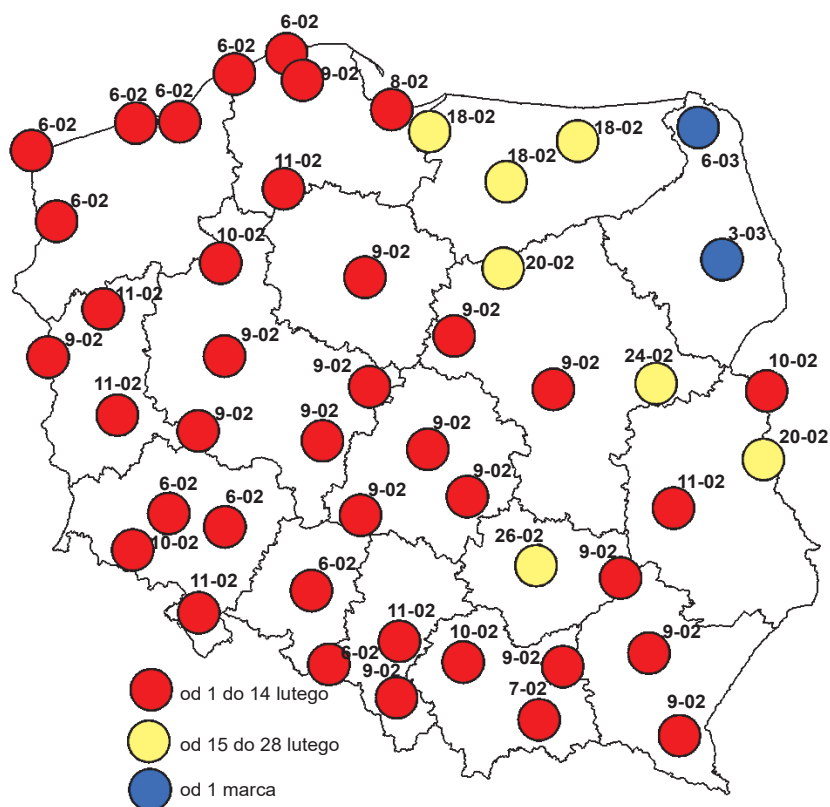


Rys. 3. Data przejście temperatury przez próg 3°C w latach 2001–2020 dla wybranych stacji synoptycznych

Źródło: opracowanie własne

Oprócz zmiany w poszczególnych latach ważne jest także zróżnicowanie regionalne, np. w Suwałkach (północno-wschodnia część kraju) przejście przez próg 3°C nastąpiło 37 dni później niż w Poznaniu (zachodnia część kraju) w 2017 r. i było to odpowiednio: 30 marca i 22 lutego. Natomiast w roku 2013 zarówno w Suwałkach, jak i Poznaniu próg ten został osiągnięty wyjątkowo późno i było to odpowiednio: 110 (20 kwietnia) i 104 (14 kwietnia) kolejny dzień roku. W 2013 r. różnica pomiędzy tymi stacjami wyniosła tylko 6 dni. W 2020 roku przekroczenie tego progu na stacjach w Poznaniu i we Wrocławiu było 45 dnia roku (14 lutego), natomiast we Włodawie – 7 dni później (21 lutego), a w Suwałkach – 21 dni później, tj. 66 dnia roku (5 marca).

Na podstawie daty przejścia temperatury przez próg 3°C wyznaczono termin przejścia średniej temperatury powietrza przez próg termiczny 3°C dla wybranych stacji z prawdopodobieństwem 90% (rys. 4). Wartość tę wyznaczono dla poszczególnych stacji w wieloletnim okresie 2001–2020, posługując się kwantylem rzędu 0,1. Bezpośrednio z własności kwantyla wynika, iż terminy przejścia późniejsze lub równe pokazanym datom są przyjmowane z prawdopodobieństwem co najmniej 90%.



Rys. 4. Termin przejścia średniej temperatury powietrza przez próg termiczny 3°C dla wybranych stacji meteorologicznych w Polsce w wieloletniu 2001–2020 z prawdopodobieństwem 90% (kwantyl rzędu 0,1)

Źródło: opracowanie własne

Jak można zauważyć na rysunku 4, w kolejnych latach coraz częściej okres gospodarczy będzie rozpoczynał się na znacznym obszarze kraju w pierwszej połowie lutego. W województwach zachodnio-pomorskim i pomorskim będzie to około 6–11 lutego, w wielkopolskim i kujawsko-pomorskim – 9–10 lutego. W Polsce północno-wschodniej będzie to następowało w drugiej połowie lutego, a w województwie warmińsko-mazurskim – 18 lutego. Duże różnice w terminie rozpoczęcia okresu gospodarczego występują na terenie województwa mazowieckiego. W części południowo-zachodniej przejście temperatury przez próg 3°C następuje 9 lutego, zaś w części północno-wschodniej próg ten jest osiągnięty dopiero 20–24 lutego. Najpóźniej okres gospodarczy rozpoczynać się będzie w województwie podlaskim i będzie to pierwsza dekada marca (3–6 marca). Na podstawie tej analizy widać wyraźne zróżnicowanie warunków do rozpoczęcia prac polowych na obszarze Polski. Różnica daty przejścia

temperatury przez próg 3°C pomiędzy północno-zachodnią i północno-wschodnią Polską wynosi około 30 dni.

Oprócz przyspieszenia rozpoczęcia okresu gospodarczego widoczne jest także opóźnienie jego zakończenia (tab. 1). Średnio w Polsce w latach 2001–2020 okres ten kończył się o 5,4 dnia później niż w okresie 1971–2000 (tab. 2). Podobnie jak w przypadku rozpoczęcia okresu gospodarczego termin jego zakończenia jest zróżnicowany zarówno regionalnie, jak i w pojedynczych latach. Na zachodzie kraju okres ten w latach 2001–2020 kończy się o 8–10 dni później niż w wieloleciu 1971–2000 (Lębork, Legnica, Ustka). Na wschodzie kraju opóźnienie to nie było już tak widoczne i wynosiło około 1–3 dni (Białystok, Lublin, Olsztyn). W latach 1971–2000 okres gospodarczy najwcześniej kończył się w Suwałkach – 8 listopada, Białymstoku i Włodawie – 11 listopada. Na stacji w Świnoujściu i Łebie okres ten kończył się odpowiednio: 1 grudnia i 30 listopada, czyli później o 23 i 22 dni. Większe rozbieżności występowały w latach 2001–2020, gdzie różnica pomiędzy najwcześniej i najpóźniej zakończonym okresem gospodarczym wynosiła 29 dni. Podobnie jak w poprzednim wieloleciu najwcześniej okres ten kończył się w Suwałkach i Białymstoku – 13 listopada, a najpóźniej w Ustce – 11 grudnia.

Tabela 1

Różnica rozpoczęcia, zakończenia i wydłużenia okresu gospodarczego (w dniach) pomiędzy wieloleciami 2001–2020 i 1971–2000 oraz długość trwania okresu gospodarczego (w dniach)

Lp.	Stacja	Różnica pomiędzy wieloleciem 2001–2020 i 1971–2000 (w dniach)			Długość trwania okresu gospodarczego (w dniach)	
		początek*	koniec	wydłużenie okresu gospodarczego	1971–2000	2001–2020
1.	Białystok	-2	2	4	235	239
2.	Bielsko-Biała	-2	4	7	261	267
3.	Chojnice	-4	9	13	245	258
4.	Elbląg	3	4	1	253	254
5.	Gdańsk	-7	12	19	257	276
6.	Gorzów Wielkopolski	-3	7	9	262	272
7.	Jelenia Góra	-4	3	7	254	260
8.	Kalisz	-6	6	12	257	268
9.	Katowice	-4	7	10	254	264
10.	Kętrzyn	-4	3	6	241	248
11.	Kielce	-2	4	6	244	250
12.	Kłodzko	-1	4	5	255	259
13.	Koło	-5	0	5	257	261
14.	Kołobrzeg	-5	7	13	270	283
15.	Koszalin	-6	7	13	266	279

cd. tab. 1

Lp.	Stacja	Różnica pomiędzy wieloleciem 2001–2020 i 1971–2000 (w dniach)			Długość trwania okresu gospodarczego (w dniach)	
		początek*	koniec	wydłużenie okresu gospodarczego	1971–2000	2001–2020
16.	Kraków	-1	7	8	252	260
17.	Łeba	-7	4	11	260	271
18.	Lębork	-4	8	11	261	272
19.	Legnica	-3	8	11	268	279
20.	Lesko	-6	6	12	246	258
21.	Leszno	-4	8	11	261	273
22.	Łódź	-4	9	13	251	264
23.	Lublin	-9	3	11	240	251
24.	Mława	-3	6	9	240	248
25.	Nowy Sącz	-5	5	10	258	269
26.	Olsztyn	-1	2	3	245	248
27.	Opole	-3	7	11	264	275
28.	Piła	-3	5	8	254	262
29.	Płock	-7	1	8	251	259
30.	Poznań	-4	8	12	261	273
31.	Racibórz	-4	5	8	261	269
32.	Rzeszów	-9	5	15	247	262
33.	Sandomierz	-7	1	9	245	254
34.	Siedlce	-2	1	3	243	245
35.	Słubice	-2	8	11	267	278
36.	Sulejów	-2	8	10	250	260
37.	Suwałki	-6	5	11	226	236
38.	Świnoujście	-3	5	8	271	279
39.	Szczecin	-2	6	8	270	279
40.	Tarnów	-5	6	10	258	268
41.	Terespol	-8	3	11	240	251
42.	Toruń	-8	9	16	251	268
43.	Ustka	-8	10	18	266	284
44.	Warszawa	-6	1	7	249	256
45.	Wieluń	-6	5	12	255	267
46.	Włodawa	-8	3	12	238	250
47.	Wrocław	-2	9	11	265	276
48.	Zielona Góra	-4	3	7	263	270

*Wartość ujemna dla początku okresu gospodarczego oznacza wcześniejsze rozpoczęcie tego okresu w wieloleciu 2001–2020

Źródło: opracowanie własne

Tabela 2

Początek, koniec i długość okresu gospodarczego w Polsce dla dwóch badanych okresów:
1971–2000 (1) oraz 2001–2020 (2)

	1971–2000 (1)	2001–2020 (2)	Różnica (1 – 2) (wartość bezwzględna)
Początek okresu gospodarczego	11 marca (71 dzień roku)	7 marca (67 dzień roku)	4,2 dnia odch. stand. 2,5 dnia
Współczynnik zmienności	26,1%	29,6%	
Koniec okresu gospodarczego	18 listopada (323 dzień roku)	23 listopada (328 dzień roku)	5,4 dnia odch. stand. 2,7 dnia
Współczynnik zmienności	4,5%	4,6%	
Długość okresu gospodarczego	253 dni	263 dni	9,6 dni odch. stand. 3,6 dnia
Współczynnik zmienności	10,1%	8,9%	

Źródło: opracowanie własne

W związku z przyspieszeniem rozpoczęcia i opóźnieniem zakończenia okresu gospodarczego nastąpiło jego wydłużenie w wieloleciu 2001–2020 w stosunku do lat 1971–2000. Średnio w Polsce w wieloleciu 2001–2020 długość okresu gospodarczego wynosiła 263 dni i była dłuższa o 9,6 dnia niż w wieloleciu 1971–2000. Okres ze średnią dobową temperaturą powietrza równą lub wyższą niż 3°C najdłuższy jest na stacjach położonych w pasie nadmorskim i w latach 2001–2020 trwał średnio 284 dni w Ustce, a 283 dni w Kołobrzegu. W porównaniu z latami 1971–2000 był dłuższy odpowiednio o 18 i 13 dni. Najkrócej okres gospodarczy w latach 2001–2020 wystąpił na stacjach w Suwałkach – 236 dni oraz Białymstoku – 239 dni i był dłuższy od tego z wielolecia 1971–2000 odpowiednio o 11 i 4 dni.

Podobnie jak w przypadku rozpoczęcia i zakończenia okresu gospodarczego, również jego długość była zróżnicowana zarówno w latach, jak i regionalnie. W wieloleciu 2001–2020 różnica długości trwania okresu gospodarczego średnio w Polsce wynosiła 48 dni. Najkrócej okres ze średnią dobową temperaturą powietrza większą lub równą 3°C trwał w Polsce północno-wschodniej (województwo podlaskie) i wynosił 236 dni w Suwałkach. Najdłużej okres ten trwał w rejonach nadmorskich, gdzie wynosił w Ustce 284 dni, Kołobrzegu – 283 dni, a w Świnoujściu – 279 dni.

Podsumowanie

Zmiany klimatyczne, jakie obserwujemy w ostatnich latach mają coraz większy wpływ na działalność rolniczą. Jednocześnie to właśnie rolnictwo postrzegane jest jako ta gałąź gospodarki, która może mieć znaczący udział w ograniczaniu zachodzących zmian, między innymi poprzez zmniejszanie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. W rolnictwie duże emisje związane są z nawożeniem, dlatego ważne

jest, aby w przypadku nawożenia zarówno dawka, jak i termin były optymalne. Według obowiązującej ustawy rozpoczęcie nawożenia azotem możliwe jest od 1 marca, jeśli grunt nie jest zamarznięty, zalany ani nie występuje na nim pokrywa śnieżna. Z przeprowadzonej analizy wynika, że coraz częściej zdarzają się lata, w których warunki te są spełnione już w lutym. Na wniosek rolników w 2020 r. termin rozpoczęcia nawożenia azotowego został przesunięty na 15 lutego, ze względu na przebieg temperatury w styczniu i lutym.

Duża zmienność warunków termicznych z roku na rok powoduje, że przyjęcie sztywnych dat wykonywania zabiegów agrotechnicznych nie odzwierciedla rzeczywistych warunków możliwości nawożenia azotem dla praktyki rolniczej. Jest to efektem dużego zróżnicowania regionalnego występującego w naszym kraju. A zatem przyjęcie jednej daty dla całego kraju może skutkować tym, że dla rejonów Polski południowo-zachodniej będzie to termin spóźniony, a dla Polski północno-wschodniej za wczesny.

Zasadne zatem wydaje się wprowadzenie monitoringu warunków meteorologicznych do wczesnego nawożenia azotem w Polsce. System taki mógłby wykorzystywać dane meteorologiczne dotyczące średniej dobowej temperatury powietrza, która jest podstawowym parametrem mierzonym na stacjach meteorologicznych różnego typu. Na podstawie tych informacji od 1 lutego należałoby prowadzić monitoring warunków termicznych w kraju, obserwując, kiedy średnia dobową temperatura powietrza będzie większa lub równa 3°C. Jeżeli warunek ten będzie spełniony przez pięć kolejnych dni, to wtedy w danym rejonie (województwo, powiat) możliwe będzie rozpoczęcie nawożenia nawozami azotowymi mineralnymi i nawozami naturalnymi płynnymi oraz stałymi. Dodatkowo oprócz spełnienia warunku temperaturowego musiałyby zostać spełnione warunki zapisane w ustawie (5), tj. że grunt nie jest zalany ani nasycony wodą, zamarznięty ani pokryty śniegiem.

Z uwagi na wydłużający się okres gospodarczy jesienią należałoby rozważyć wydłużenie terminu zastosowania nawozów azotowych, czyli 20 października dla nawozów azotowych mineralnych i nawozów naturalnych płynnych oraz 30 października dla nawozów naturalnych stałych.

Należy się spodziewać, że duża zmienność warunków termicznych będzie wymagała dostosowania terminu aplikacji nawozów, a zatem należałoby zastanowić się nad wprowadzeniem monitoringu warunków pogodowych pozwalających na rozpoczęcie nawożenia azotem w poszczególnych latach i rejonach Polski.

Literatura

1. Bogucka B., Szempliński W., Wróbel E.: Nawożenie azotem a plon kukurydzy uprawianej na ziarno w warunkach północno-wschodniej Polski. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura*, 2008, **7(3)**: 21-30.
2. Buczek J., Bobrecka-Jamro D., Jarecki W.: Plon i jakość ziarna wybranych odmian pszenicy jarej w zależności od dawki i terminu stosowania azotu. *Fragmenta Agronomica*, 2011, **28(4)**: 7-15.

3. Chojnacka-Ożga L., Ożga W.: Tendencja zmian długości termicznego okresu wegetacyjnego w północno-wschodniej Polsce. SYLWAN, 2018, **162(6)**: 479-489.
4. Dz.U. z 2007 r. poz. 1259, z późn. zm. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 czerwca 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o nawozach i nawożeniu.
5. Dz.U. z 2020 r. poz. 243. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lutego 2020 r. w sprawie przyjęcia „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu”.
6. Krużel J., Ziernicka-Wojtaszek A., Borek Ł., Ostrowski K.: Zmiany czasu trwania meteorologicznego okresu wegetacyjnego w Polsce w latach 1971–2000 oraz 1981–2010. Inżynieria Ekologiczna, 2015, **44**: 47-52.
7. Nieróbcza A., Kozyra J., Mizak K., Wróblewska E.: Zmiana okresu wegetacyjnego w Polsce. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2013 (IV–VI), T. 13, **2(42)**.
8. Podolska G.: Wpływ dawki i sposobu nawożenia azotem na plon i wartość technologiczną ziarna odmian pszenicy ozimej. Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura, 2008, **7(1)**: 57-65.
9. Radzka E.: Okresy termiczne w środkowowschodniej Polsce (1971–2005). Acta Agrophysica, 2013, **20(4)**: 679-691.
10. Skowera B., Kopeć B.: Okresy termiczne w Polsce południowo-wschodniej (1971–2000). Acta Agrophysica, 2008, **12(2)**: 517-526.
11. Tomczyka M., Szyga-Płuta K.: Okres wegetacyjny w Polsce w latach 1971–2010. Przegląd Geograficzny, 2016, **88(1)**: 75-86.
12. Węgrzyn A., Wojkowski J., Skowera B.: Rolnicze okresy termiczne na Lubelszczyźnie w latach 1981–2010. Acta Agrophysica, 2017, **24(3)**: 535-551.
13. Wierzbicka A., Mazurczyk W., Wróblewska J.: Wpływ nawożenia azotem i terminu zbioru na plon i wybrane cechy jakości bulw wczesnych odmian ziemniaka. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 2008, **530**: 207-216.
14. Wojcieśka U.: Żywnienie azotem a przyrost masy i przebieg wybranych procesów fizjologicznych. Fragmenta Agronomica, 1993, **4**: 173-174.
15. Wojcieśka U.: Fizjologiczna rola azotu w kształtowaniu plonu roślin. Cz. I. Oddziaływanie azotu na wielkość plonu roślin. Postępy Nauk Rolniczych, 1994, **1**: 115-126.
16. Żarski J., Kuśmerek-Tomaszewska R., Dudek S.: Tendencje zmian termicznych okresów rolniczych w rejonie Bydgoszczy. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 3/I/2012.

Adres do korespondencji:

dr Katarzyna Żyłowska; dr hab. Rafał Pudelko
Zakład Biogospodarki i Analiz Systemowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: 81 4786 768; 81 4786 765
e-mail: Katarzyna.Zylowska@iung.pulawy.pl; Rafal.Pudelko@iung.pulawy.pl

AUTOR	ORCID
Katarzyna Żyłowska	0000-0002-6019-034X
Rafał Pudelko	0000-0002-6373-6272