

DYNAMIKA WĘGLA ORGANICZNEGO I NIEKTÓRYCH FORM  
AZOTU W CZASIE SEZONU WEGETACYJNEGO  
W RÓŻNIE UŻYTKOWANEJ GLEBIE PIASZCZYSTEJ

DYNAMIK DES ORGANISCHEN KOHLENSTOFFES UND EINIGEN FORMEN  
VON STICKSTOFF IN DER VEGETATIONSZEIT AUF VERSCHIEDEN  
AUSGENUTZTEN SANDBODEN

ДИНАМИКА ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА И НЕКОТОРЫХ ФОРМ АЗОТА  
В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИОННОГО СЕЗОНА  
В РАЗЛИЧНО ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

STANISŁAW MIKLASZEWSKI

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Wyższa Szkoła Rolnicza we Wrocławiu  
Kierownik: prof. dr Bolesław Świętochowski

Zawartość próchnicy w glebie ulega w ciągu sezonu wegetacyjnego dużym wahaniom, które w znacznej mierze zależą od przebiegu pogody (3, 7, 10), zwięzłości gleby i agrotechniki (4, 5, 7). Dynamika próchnicy ma bezpośredni związek z procesami biologicznymi, zachodzącymi w glebie i z tego względu można się spodziewać pewnej korelacji z dynamiką niektórych form azotu (4, 9).

W większości wymienionych prac stwierdzono okresowe wahania zawartości węgla organicznego lub azotu w oznaczeniach wykonywanych sporadycznie albo 3—4 razy w roku. Dla uzyskania możliwie dokładnego obrazu dynamiki węgla organicznego i azotu w glebie w pracy niniejszej oparto się na oznaczeniach wykonywanych co 10 dni przez cały sezon wegetacyjny 1964 r.

Celem tej pracy jest przedstawienie wpływu przebiegu pogody w ciągu sezonu wegetacyjnego na charakter zmian sezonowych dynamiki węgla organicznego, azotu ogólnego, wolnych aminokwasów oraz stosunku C:N w różnie użytkowanej glebie lekkiej.

Do badania dynamiki wybrano trzy obiekty z wieloletniego doświadczenia płodozmianowego w ZD Swojec, różniące się skrajnie pod względem agrotechnicznym: wieloletni czarny ugór (nie nawożony), wieloletni odłóg pokryty naturalną roślinnością, pole uprawne z intensywnego płodozmiannu czteropolowego.

## Charakterystyka obiektów

Wybrane obiekty są częścią statycznego doświadczenia płodozmianowego, założonego w 1958 r. na lekkiej madzie uprawnej. Pola tych obiektów o powierzchni 1,5 ara położone są w bezpośrednim sąsiedztwie, co w dużym stopniu eliminuje zmienność glebową. Na czarnym ugorze wykonano w ciągu sezonu wegetacyjnego następujące uprawki mające na celu zniszczenie chwastów: 21.III, 9.V, 13.VI, 7.VII bronowanie, 4.VIII orka odwrotka i bronowanie, 23.IX bronowanie oraz 10.XI orka głęboka.

Odłóg stanowiło nieuprawiane od 1958 r. pole, pokryte w 1964 r. zbiorowiskiem roślin segetalnych z gatunkami dominującymi: *Agropyron repens* i *Erigeron canadensis* oraz gatunkami uzupełniającymi: *Achillea millefolium*, *Rumex acetosella*, *Viola tricolor*, *Oenothera biennis*, *Tanacetum vulgare* i inne.

Na polu uprawnym z intensywnego płodozmianu czteropolowego w 1964 r. uprawiany był owies. Płodozmian na tym polu jest następujący: ziemniaki — owies — łubin — żyto — poplon ozimy przyorywany na zielono wraz z obornikiem (300 q/ha pod ziemniaki). Nawożenie mineralne pod owies: 84 kg N, 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 160 kg K<sub>2</sub>O/ha. Na polu tym wykonywano w 1964 r. następujące uprawki: 21.III bronowanie, 25.III nawożenie NPK i bronowanie, 26.III siew owsa i bronowanie, 9.V nawożenie pogłównie N i bronowanie, 1.VIII sprzęt owsa, 4.VIII podorywka i bronowanie, 22.VIII orka odwrotka i bronowanie, 8.IX orka, bronowanie, 10.IX wałowanie, 12.IX nawożenie PK i bronowanie, siew mieszanki ozimej (omyłkowy) i ponownie 8.X orka siewna, wałowanie, siew wyki ozimej (zamiast łubinu) i bronowanie.

## Przebieg pogody w 1964 r.

Rok 1964 odznaczał się dużą ilością opadów (611 mm, z czego 530 mm w sezonie wegetacyjnym) i wysoką temperaturą w czasie lata. Po łagodnej i suchej zimie 1963/64 wiosna była ciepła i sucha. Dużą ilością opadów odznaczał się czerwiec (122 mm), natomiast lipiec był suchy i upalny (średnia temperatura miesięczna 18,5°C). Szczególnie obfite opady zanotowano w sierpniu (167 mm, z czego ponad 100 mm w ciągu 2 dni). Wrzesień był suchy i ciepły (15,7 mm opadu, średnia temperatura 13,6°C). Po pierwszych przymrozkach z początkiem miesiąca — październik obfitował w częste, lecz niewielkie opady.

## Metody badań

Próbki gleb do analizy pobierano laską glebową do głębokości 15 cm w 10 punktach poletka co 10 dni przez cały sezon wegetacyjny 1964 r. W próbkach oznaczano węgiel całkowity metodą kolorymetryczną Westerhoffa (Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. 56 (101), 1962), azot ogólny metodą Kjeldahla oraz wolne aminokwasy ilościową metodą własną (6).

Wyniki badań oraz przebieg pogody przedstawiono na rys. 1.

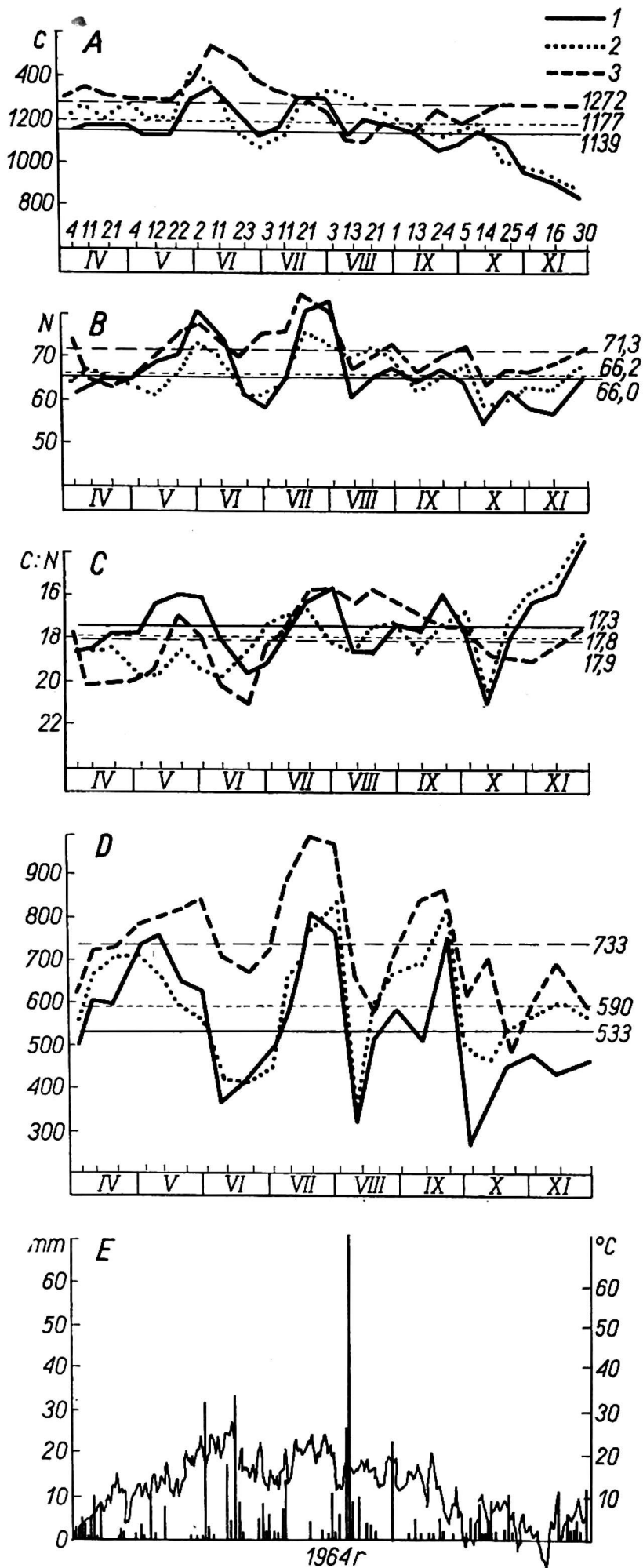
### 1. Dynamika węgla organicznego

Na rys. 1-A widać, że średni poziom węgla w glebach wahał się w granicach od 1139 do 1272 mg%, i był najniższy na czarnym ugorze, a najwyższy na polu uprawnym (pod owsem). Na wszystkich obiektach w okresie wiosennym poziom C nie ulegał większym wahaniom, a dopiero począwszy od czerwca do końca listopada wystąpiły okresowe przyrosty i obniżki zawartości węgla. W pierwszym okresie, związanym ze wzrostem temperatury i wysychaniem gleby przyrost zawartości węgla był największy; na wszystkich obiektach wyniósł około 20% średniego poziomu. Obfite deszcze i spadek temperatury w drugiej połowie czerwca przyczyniły się do silnego spadku zawartości węgla na ugorze i odłogu (poniżej średniego poziomu).

Na polu z owsem spadek był najmniejszy a w okresie występowania minimum na odłogu i ugorze zawartość węgla w glebie pod owsem była znacznie wyższa od średniego poziomu.

W ostatnich dniach lipca i pierwszych sierpnia na odłogu i ugorze zaznaczył się drugi wzrost zawartości węgla i tym razem ściśle związany z przebiegiem pogody (wzrost temperatury, 21 dni bez opadów). Na obiekcie z owsem jest on słabiej widoczny, gdyż w tym czasie dokonano sprzętu oraz wykonano podorywkę. Gwałtowne i obfite opady połączone z niewielką obniżką temperatury w dniach od 9 do 11 sierpnia sprzyjały silnemu spadkowi zawartości C na polu po owsie i na czarnym ugorze. Niewątpliwie przyczyniły się do tego zabiegi agrotechniczne (świeże wrzucenie gleby) — a więc podorywka na polu po owsie i orka odwrotka na czarnym ugorze — gdyż na odłogu chronionym roślinnością obniżka zawartości węgla była w tym okresie nieznaczna.

Od połowy sierpnia na polu po owsie widać stały wzrost zawartości C aż do osiągnięcia wartości średniego poziomu (25.X) i utrzymanie tej



Rys. 1. Dynamika węgla całkowitego (A); azotu ogólnego (B); stosunek C : N (C); dynamika wolnych aminokwasów (D) na czarnym ugorze 1), odłogu 2) i polu uprawnym 3). Opady i temperatura przy ziemi o godz. 7.00 (E) w czasie sezonu wegetacyjnego 1964 r.

Abb. 1. Dynamik des Gesamtkohlenstoffes (A), allgem. Stickstoffes (B), Verhältniss C : N (C) und Dynamik der freien Aminosäuren (D) auf der schwarzen Brache 1), grünen Brache 2) und Anbaufelde 3). Niederschläge und Temperatur um 7.00 Uhr an der Erde (E) in der Vegetationsperiode 1964

Рис. 1. Динамика полного углерода (A), общего азота (B), отношение C : N (C), а также динамика свободных аминокислот (D) на черном паре (1), целине (2) и пахоти (3). Осадки и температура при земле в 7.00 часов (E) во время вегетационного сезона 1964 г.

wartości do końca sezonu vegetacyjnego. Wzrost ten, spowodowany był zapewne rozkładem ścierni, która z grubych i odsiewanych początkowo przed analizą kawałków stopniowo przechodziła do coraz drobniejszej frakcji. Na wykresie widać też, że liczne zabiegi uprawowe (odwrotka, orka siewna, bronowanie) wywarły wpływ na dynamikę węgla całkowitego powodując okresowe niewielkie wahania. Na czarnym ugorze i odłogu zaznaczył się od września aż do końca listopada stały spadek zawartości węgla w glebie do wartości 855 mg%, tj. prawie 300 mg% poniżej średniego poziomu.

## 2. Dynamika azotu ogólnego

Jak widać na rys. 1-B średni poziom azotu za cały sezon vegetacyjny był prawie jednakowy na czarnym ugorze i odłogu (66 mg%) i znacznie wyższy na polu z owsem (71,3 mg%). Okresowe wahania zawartości N w glebie były silniejsze niż wahania zawartości C, a terminy występowania maksimum i minimum pokrywały się. Największą amplitudą wahań odznaczał się czarny ugor (25 mg%, co stanowi 38% średniego poziomu azotu), a najmniejszą pole z owsem. I tu należy podkreślić fakt, że w niekorzystnym okresie silnego spadku zawartości N na ugorze i odłogu poniżej średniego poziomu (3.VII), na polu pod owsem spadek był najmniejszy, a zawartość azotu ogólnego wyższa od średniego poziomu.

Decydujący wpływ na dynamikę N ogólnego ma przebieg pogody — wzrost zawartości N następuje w okresach najcieplejszych z małą ilością opadów; ochłodzenie i wzrost opadów pociągają za sobą spadek zawartości N. Obserwacje te pokrywają się z wynikami uzyskanymi przez Łoginowa i Kaszubiak (4). Utrzymująca się niemal przez cały sezon vegetacyjny wyższa zawartość N na polu z owsem wskazuje na korzystny wpływ wysokiego poziomu agrotechniki.

## 3. Stosunek C:N

Okresowe zmiany zawartości węgla całkowitego i azotu ogólnego w glebach mają swoje odbicie w wielkości stosunku C:N. Z rys. 1-C widać, że mimo jednakowej średniej wartości (17,3—17,9) za cały okres vegetacyjny dla wszystkich obiektów, wahania okresowe były duże i różnie się układały na każdym obiekcie. W okresach wzrostu zawartości węgla i azotu stosunek C:N ulega wyraźnemu zawężeniu, a w okresach spadku rozszerzeniu. Świadczy to o tym, że dopływająca w okresie wzrostu zawartości węgla i azotu substancja organiczna posiada wąski stosunek C:N.



Szeroki stosunek C:N na wiosnę i z początkiem lata na polu pod owsem a także na odłogu, może wskazywać na pewien deficyt azotu w glebie w okresie szybkiego rozwoju roślin.

#### 4. Dynamika wolnych aminokwasów

Na rys. 1-D przedstawiono dynamikę wolnych aminokwasów (suma 18 ilościowo oznaczonych aminokwasów). Z wykresu wynika, że średni poziom był najniższy na czarnym ugorze (533  $\mu\text{g}$ ), nieco wyższy na odłogu (590  $\mu\text{g}$ ) i znacznie wyższy na polu pod owsem (733  $\mu\text{g}/\text{kg}$  gleby). Amplituda wahań była tu największa: od 300 do 800  $\mu\text{g}/\text{kg}$  gleby. W czasie sezonu wegetacyjnego można wyróżnić cztery okresy nasilenia procesów biologicznych w glebie, które przejawiały się podwyższoną zawartością wolnych aminokwasów. W pierwszym okresie wiosennym szczytowe zawartości aminokwasów na odłogu i czarnym ugorze wypadły w maju, a więc nieco wcześniej niż szczytowe zawartości N i C. Pod owsem w tym okresie szczytowa zawartość wolnych aminokwasów była przesunięta na początek czerwca i pokrywała się z terminem maksymalnej zawartości N. W następnych okresach (letnim i dwóch jesiennych) terminy szczytowych zawartości aminokwasów, azotu ogólnego i węgla pokrywały się. Zawartość wolnych aminokwasów na odłogu i ugorze była od kwietnia do połowy sierpnia niemal jednakowa, a w jesieni większa na odłogu. Na polu z owsem przez cały sezon wegetacyjny utrzymywała się w glebie wyższa zawartość aminokwasów spowodowana większymi przyrostami okresowymi i dużo mniejszymi spadkami w niekorzystnych okresach.

#### Podsumowanie wyników

Przy porównaniu dynamiki węgla całkowitego, azotu ogólnego i wolnych aminokwasów na trzech skrajnie różniących się obiektach: czarnym ugorze, odłogu i polu uprawnym nasuwa się wniosek, że wahania okresowe wymienionych składników są rezultatem procesów biologicznych sterowanych przebiegiem pogody. W okresie występowania pierwszego maksimum (2—11.VI.64) na czarnym ugorze przyrost zawartości węgla ogółem w warstwie ornej wyniósł w odniesieniu do średniego poziomu ponad 6000 kg/ha a azotu ponad 450 kg/ha. W okresie drugiego maksimum (21.VII—3.VIII) przyrost zawartości węgla wyniósł ponad 5000 kg/ha i 500 kg N/ha. Biorąc pod uwagę fakt, że na czarnym ugorze nie ma dopływu resztek roślin naczyniowych ani też nie zachodzi pobieranie składników pokarmowych przez rośliny naczyniowe, należy przyjąć, że

każdy okresowy przyrost zawartości węgla i azotu w glebie jest dziełem wyłącznie drobnoustrojów. Potwierdzeniem tego może być dynamika wolnych aminokwasów, odzwierciedlająca intensywność procesów biologicznych oraz zawężony w tych okresach stosunek C:N. Można więc sądzić, że występujące zmiany okresowe o takim samym charakterze i tych samych terminach na pozostałych obiektach — odłogu i polu uprawnym są tego samego pochodzenia, a więc dziełem drobnoustrojów. Natomiast o wielkości tych zmian (stronie ilościowej) decyduje roślina i jej agrotechnika. Można spodziewać się, że zastosowanie właściwej agrotechniki pozwoli na zwiększenie okresowych przyrostów zawartości węgla i azotu w glebie oraz zmniejszenie do minimum strat w okresie niekorzystnej pogody, czego przykładem jest pole z owsem. Utrzymywanie się takiego stanu przez dłuższy okres powinno prowadzić do podwyższenia poziomu węgla i azotu w glebie. I tak biorąc za podstawę poziom węgla i azotu za cały sezon wegetacyjny na czarnym ugorze i pozostałych obiektach, można określić większą o 1100 kg/ha zawartość C na odłogu jako efekt oddziaływania roślinności naturalnej na glebę albo bezpośrednio (resztki roślinne) lub też pośrednio poprzez mikroflorę, a większą o 4000 kg/ha zawartość C i 160 kg N/ha na polu uprawnym jako efekt działania rośliny i agrotechniki.

Na podstawie uzyskanych wyników można wysnuć następujące wnioski:

1. W czasie sezonu wegetacyjnego wystąpiły w różnie użytkowanych glebach (czarny ugor, odłóg, pole uprawne) duże okresowe wahania zawartości węgla organicznego, azotu ogólnego i wolnych aminokwasów oraz duża zmienność stosunku C:N.

2. Decydującym czynnikiem wpływającym na okresowe wahania był przebieg pogody powodujący w okresach suchych i ciepłych wzrosty, a w okresach deszczowych i chłodnych spadki zawartości węgla organicznego, azotu ogólnego i wolnych aminokwasów.

3. Okresowe zmiany zawartości węgla organicznego, azotu ogólnego i wolnych aminokwasów są prawdopodobnie rezultatem procesów biologicznych zachodzących w glebie, wywołanych głównie przez drobnoustroje.

4. Roślina i jej agrotechnika mają wpływ zarówno na wielkość okresowych wahań w czasie sezonu wegetacyjnego, jak i na ustalenie się rocznego poziomu węgla i azotu w glebie.

## L I T E R A T U R A

1. Boratyński K., Czuba R.: Roczn. i Gleb., t. X (dodatek), 1961.
2. Gedrojć B.: Zesz. Probl. Post. Nauk roln., z. 50 b. 1964.
3. Jabłoński B.: Zesz. Probl. Post. Nauk roln., nr 40 a. 1963.
4. Łoginow W., Kaszubiak T.: Pam. Puł., prace IUNG, 14, 1964.
5. Mazur T.: Badania nad przemianami organicznego i mineralnego azotu oraz związków próchnicznych podczas rozkładu nawozów zielonych w glebach lekkich. Praca habilit. Wyd. WSR Olsztyn, 1965.
6. Miklaszewski S.: Ilościowa metoda oznaczania wolnych aminokwasów w glebie (w druku).
7. Świętochowski B.: Roczn. i Gleb., t. XII, 1962.
8. Świętochowski B., Miklaszewski S.: Roczn. i Gleb., t. XIV (dodatek), 1964.
9. Świętochowski B., Miklaszewski S.: Zesz. Nauk. WSR Wrocław, 1965.
10. Świętochowski B., Zielińska D.: Roczn. i Gleb., t. XIV (dodatek), 1964.
11. Świętochowski B.: Próchnica jako czynnik żyzności gleby. Referat wygłoszony na Zjeździe Naukowym Sekcji Fizjologii Roślin, PTB w Karpaczu w dn. 4—6.X.1965.

## ZUSAMMENFASSUNG

Auf drei grenzlich agrotechnisch unterschiedlichen Objekten: vieljähriger schwarzer Brache, vieljähriger grüner Brache und Anbaufelde aus intensiven Vierfeldfruchtfolge, wurden je 10 Tage Bodenanalysen auf totalen Kohlenstoff, Stickstoff, freien Aminosäuren und Verhältniss C:N durchgeführt. Auf Grund der erhaltenen Ergebnisse, wurden folgende Folgerungen aufgestellt:

1. Während der Vegetationszeit, auf verschieden ausgenutzten Boden (schwarze und grüne Brache, Anbaufeld), wurden Schwankungen des Gehaltes an organischen Kohlenstoff, Stickstoff freien Aminosäuren und grosse Veränderlichkeit des Verhältnisses C:N, festgestellt.

2. Der Hauptfaktor, der auf diese Schwankungen einen Einfluss hat, war der Wetterverlauf, der in trockenen und warmen Perioden den Zuwachs- und in regnerischen und kalten Perioden, die Senkung des Gehaltes des organischen Kohlenstoffes, Stickstoffes und freien Aminosäuren, verursachte.

3. Die Zeitspanneveränderungen des Gehaltes von C, N und freien Aminosäuren sind wahrscheinlich ein Resultat der biologischen Prozesse, die im Boden vorgehen, hauptsächlich durch die Mikroorganismen hervorgerufen.

4. Die Pflanze und ihre Agrotechnik hat einen Einfluss auf die Grösse der Zeitspanneveränderungen während der Vegetationsperiode als auch auf den jährlichen Stand des Niveaus von Kohlenstoff und Stickstoff im Boden.



## РЕЗЮМЕ

На трех резко отличающихся друг от друга в агротехническом отношении объектах: многолетний черный пар, многолетняя целина и пахоть после интенсивной четырехпольной плодосмены автор исследовал в почвах каждые 10 дней содержимое полного углерода, общего азота, свободных аминокислот, а также отношение C:N. На основании полученных результатов автор сделал следующие выводы:

1. В период вегетационного сезона обнаружено в различно используемых почвах (черный пар, целина, пахоть) большие периодические колебания содержимого органического углерода, общего азота, свободных аминокислот, а также большую изменчивость отношения C:N.

2. Решающим фактором, влияющим на периодические колебания являлся процесс погоды, вызывающий в сухое и теплое время повышения, а в дождливое и холодное время понижение содержимого органического углерода, общего азота и свободных аминокислот.

3. Периодические изменения содержимого углерода, азота и свободных аминокислот являются результатом биологических процессов, происходящих в почве; по всей вероятности, они вызваны главным образом при помощи микроорганизмов.

4. Культура и связанная с ней агротехника оказывают влияние как на размеры периодических колебаний в период вегетационного сезона, так и на определение годового углерода и азота в почве.

## STRESZCZENIE

Na trzech skrajnie różniących się pod względem agrotechnicznym obiektach: wieloletnim czarnym ugorze, wieloletnim odłogu oraz polu uprawnym z intensywnego płodozmianu czteropolowego badano w glebach co 10 dni zawartość węgla całkowitego, azotu ogólnego, wolnych aminokwasów oraz stosunek C:N. Na podstawie uzyskanych wyników wyciągnięto następujące wnioski:

1. W czasie sezonu wegetacyjnego wystąpiły w różnie użytkowanych glebach (czarny ugor, odłóg, pole uprawne) duże okresowe wahania zawartości węgla organicznego, azotu ogólnego, wolnych aminokwasów oraz duża zmienność stosunku C:N.

2. Decydującym czynnikiem wpływającym na okresowe wahania był przebieg pogody powodujący w okresach suchych i ciepłych wzrosty, a w deszczowych i chłodnych spadki zawartości węgla organicznego, azotu ogólnego i wolnych aminokwasów.

3. Okresowe zmiany zawartości C:N i wolnych aminokwasów są prawdopodobnie rezultatem procesów biologicznych zachodzących w glebie, wywołanych głównie przez drobnoustroje.

Roślina i jej agrotechnika mają wpływ zarówno na wielkość okresowych wahań w czasie sezonu wegetacyjnego jak i na ustalenie się rocznego poziomu węgla i azotu w glebie.