ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN-POLONIA
VOL. XXXII/XXXIII, 15 SECTIO E 1977/1978

Instytut Nauk Fizjologicznych Wydziału Weterynaryjnego Akademii Rolniczej w Lublinie
Instytut Chemii Podstawowych Akademii Medycznej w Lublinie

Krystyna ZIMOWSKA, Jerzy ISKIERKO

Zawartość niektórych składników mineralnych i organicznych w różnych okresach wegetacji jesienno-zimowej i wczesnowiosennej w życie, pszenicy i rzepaku ozimym. Cz. III. Ilościowe zmiany w zawartości wolnej proliny i glukozy

Содержание некоторых минеральных и органических элементов в разные периоды вегетации т. е. осенне-зимний и ранневесенний у ржи, пшеницы и озимого рапса. Ч. III. Количественные изменения в содержании свободного пролина и глюкозы

The Content of Some Mineral and Organic Components in Different Periods of Autumn-Winter and Early-Spring Vegetation in Rye, Wheat and Winter Rape. Part III. Quantitative Changes in the Content of Free Proline and Glucose

Celem badań przedstawionych w niniejszej pracy było dokonanie analizy porównawczej wolnej proliny i glukozy w częściach nadziemnych żyta, pszenicy i rzepaku ozimego w okresie wegetacji późnojesiennej, zimowej i wczesnowiosennej. Prześledzono także dynamikę zmian w zawartości tych składników w badanych okresach. Ponieważ prolina bierze udział w metabolizmie węglowodanowym (2), zbadano korelację między nagromadzeniem się w roślinach wolnej proliny a zawartością glukozy.

MATERIAŁ I METODY

Materiał doświadczalny stanowiły części nadziemne żyta, pszenicy i rzepaku ozimego, zbierane w miesiącach od listopada do maja w latach 1970-1973. Sposób przygotowania materiału do badań podano w I części pracy. W badanym materiale oznaczano:

1. Prolinę — metodą densytometryczną wg Krauze i Iwańskiej (7, 8). Stosowano densytometr uniwersalny TLD-100, produkcji Vitatron (Holandia), wraz z integratorem UR-402. Źródło światła stanowiła lampa wolframowa. Użyty został filtr 644 nm.

2. Glukozę — metodą Nelsona (10).

WYNIKI I OMÓWIENIE

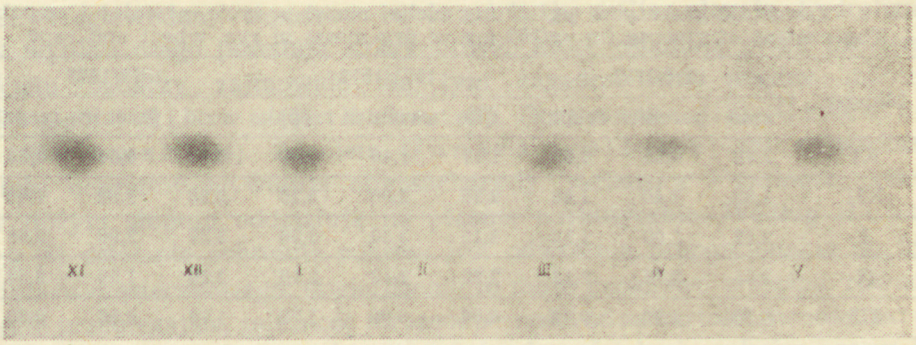
W tab. 1 podano stężenia wolnej proliny w życie, pszenicy i rzepaku ozimym w miesiącach od listopada do maja w latach 1970-1973. Największa zawartość tego składnika wystąpiła w rzepaku, a najniższa — w życie (ryc. 1, 2, 3).

Tab. 1. Zawartość proliny (w μg/g suchej masy) oznaczonej metodą densytometryczną w życie, pszenicy i rzepaku
The content of proline (in μg of dry mass) determined by means of densitometric method in rye, wheat and rape

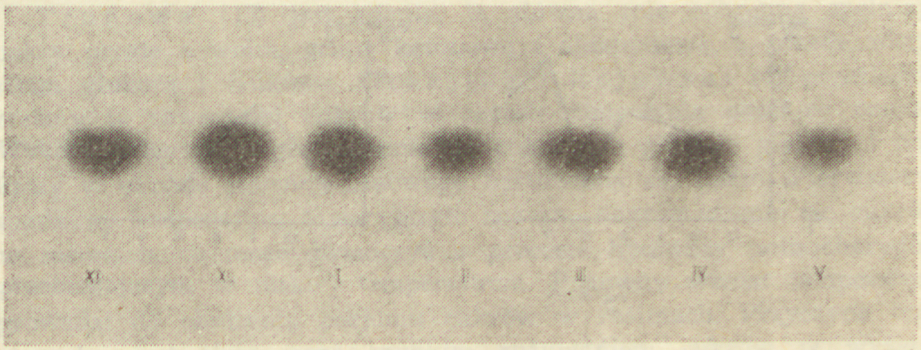
Miesiąc	1970/1971			1971/1972			1972/1973		
	żyto	pszenica	rzepak	żyto	pszenica	rzepak	żyto	pszenica	rzepak
XI	2200	3700	7500	2500	4000	7000	3400	4000	8000
XII	3530	4400	8500	5000	4600	8100	4100	4500	9500
I	3100	4240	8200	2420	4400	7500	3040	4200	8030
II	2800	2500	7040	1320	2020	7050	2000	1840	6070
III	2510	2800	7400	1000	2200	7500	3240	3020	8500
IV	3000	3000	7100	2520	3500	7000	3000	2540	7020
V	1500	1880	5050	1200	1100	4050	1200	2000	5000

Ryc. 1. Chromatogram proliny w częściach nadziemnych żyta
Chromatogram of proline in above-ground parts of rye

Wysoki poziom wolnej i związanej proliny wskazuje na dużą aktywność tego aminokwasu (3, 9, 11, 14). Akumulację wolnej proliny w badanych roślinach cechowały dynamiczne zmiany i znaczne wahania. Najniższą jej zawartość zaobserwowano u badanych roślin w maju, a największą — w grudniu. W świetle uzyskanych wyników słuszne wydają się wnioski Salczewej (12), mówiące o korelacji pomiędzy nagromadzeniem się proliny w liściach i węzłach krzewienia pszenicy a jej mrozoodpornością i zimoodpornością.



Ryc. 2. Chromatogram proliny w częściach nadziemnych pszenicy
Chromatogram of proline in above-ground parts of wheat



Ryc. 3. Chromatogram proliny w częściach nadziemnych rzepaku
Chromatogram of proline in above-ground parts of rape

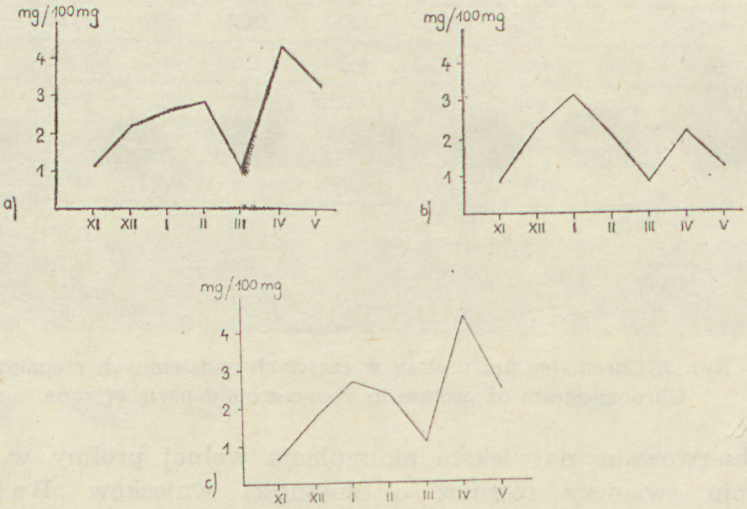
Zaobserwowana największa akumulacja wolnej proliny w grudniu i styczniu świadczy również o słuszności wniosków Babienki i Gieworkjana (1), którzy stwierdzili zwiększone jej nagromadzanie się w pszenicy ozimej w niższych temperaturach. Uważają oni, że na zjawisko to ma wpływ nie tylko niska temperatura, ale również zmniejszony okres naświetlania roślin.

W tab. 2 zestawiono stężenia wolnej glukozy w badanych roślinach w miesiącach od listopada do maja. Badania obejmowały okres 3 lat (1970-1973). We wszystkich analizowanych roślinach obserwowano w miesiącach zimowych (grudzień, styczeń, luty) wyraźny wzrost zawartości wolnej glukozy. W marcu ulegała ona obniżeniu, ponownie wyraźnie wzrastała w kwietniu, a w maju znów zaznaczał się spadek.

Dynamikę zmian stężenia glukozy w badanych roślinach przedstawiają ryc. 4 a, b, c. Dają one obraz średniej arytmetycznej (z 3 lat) zawartości glukozy w życie, pszenicy i rzepaku ozimym w różnych okresach. Jak widać na wykresach, krzywa zmian ilościowych glukozy

Tab. 2. Zawartość glukozy w (μg/100 mg suchej masy) w życie, pszenicy i rzepaku
The content of glucose (in μg/100 mg of dry mass) in rye, wheat and rape

Miesiąc	1970/1971			1971/1972			1972/1973		
	żyto	pszenica	rzepak	żyto	pszenica	rzepak	żyto	pszenica	rzepak
XI	1,48	0,55	0,60	1,17	1,40	0,83	0,83	0,60	0,55
XII	1,68	2,40	1,48	2,50	2,68	2,20	2,28	1,82	1,48
I	2,12	2,90	1,88	2,15	3,50	3,36	3,37	2,90	2,66
II	2,55	2,70	2,12	2,25	2,10	2,10	2,10	1,50	2,68
III	0,80	1,00	0,74	0,68	0,90	1,70	1,70	0,56	0,80
IV	5,00	1,88	5,20	4,00	2,75	3,70	3,72	1,70	4,00
V	4,00	1,38	2,55	2,83	1,75	2,89	2,89	0,50	1,88



Ryc. 4. Zmiany zawartości glukozy (średnie z 3 lat) w życie (a), pszenicy (b) i rzepaku (c)
Changes in the content of glucose (the mean values from three years) in rye (a), wheat (b) and rape (c)

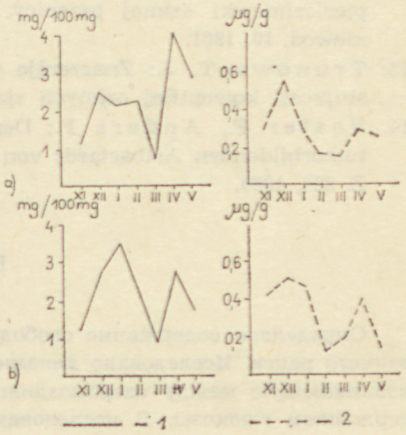
w życie, pszenicy i rzepaku ozimym w tych samych okresach ma analogiczny przebieg. Spostrzeżenia te wydają się interesujące, ponieważ pośrednio dowodzą, iż metabolizm węglowodanowy w trzech badanych roślinach jest analogiczny lub bardzo zbliżony. Niewątpliwie żyto, pszenica i rzepak ozimy w jednakowy sposób reagują na niekorzystne warunki atmosferyczne, a zwłaszcza na niską temperaturę, o czym świadczy wzrost zawartości wolnej glukozy.

Nagromadzenie i odpowiednie wykorzystanie przez roślinę węglowodanów w dużym stopniu decyduje o jej zimotrwałości i zimoodporno-

ści. Węglowodany zapasowe w komórkach roślin ulegają hydrolizie, w wyniku czego powstają cukry proste, które osłaniają przed mrozem. Wielu badaczy zajmowało się tym zagadnieniem, między innymi Gunar i Siłowa (5), Heber (6), Trunowa (13), Grzesiuk i Rejowski (4). Zdaniem Gunara i Siłowej (5) największy efekt ochronny wywołują oligosacharydy, sacharoza i rafinoza, które w dużym stopniu oddziałują na plazmę narkotycznie. Według Hebera (6) działanie ochronne cukrów jest odwrotnie proporcjonalne do ich ciężaru cząsteczkowego; stwierdzenie to może częściowo wyjaśnić równolegle przebiegającą zależność mrozoodporności od zawartości monosacharydów. Badacz ten uważa także, iż mechanizm działania cukrów prostych, związany z mrozoodpornością roślin, polega na ich łączeniu się z białkami wrażliwymi na działanie niskich temperatur.

Trunowa (13) jest zdania, iż główną rolę ochronną spełniają cukry proste z wolną grupą ketonową i aldehydową, a przede wszystkim glukoza i fruktoza. Grzesiuk i Rejowski (4) prześledzili zmiany w zawartości cukrów w okresie zimowania pszenicy ozimej. Wykazali znaczne nagromadzenie się cukrów, a głównie glukozy i fruktozy w okresie jesienno-zimowego hartowania się roślin. Pierwszemu spadkowi temperatury towarzyszyło znaczne nagromadzenie się cukrów w roślinach, co może świadczyć o procesie hydrolizy polisacharydów przebiegającym w niskiej temperaturze. Ponowny wzrost temperatury prowadzi do obniżenia poziomu cukrów w roślinach. Przyczyna tego zjawiska jest tłumaczona szybkim zużywaniem cukrów w wyższej temperaturze w wyniku intensywnych procesów oddychania. Poza tym część cukrów przechodzi w wyższe nierozpuszczalne węglowodany, stanowiące materiał zapasowy komórek roślinnych.

Na ryc. 5 a, b przedstawiono zależność występującą między stęże-



Ryc. 5. Zmiany zawartości glukozy i proliny w r. 1971/1972 w życie (a) i pszenicy (b); 1 — glukoza µg/100 mg suchej masy, 2 — prolina µg/g suchej masy
Changes in the content of glucose and proline in 1971/1972 in rye (a) and wheat (b); 1 — glucose in mg/100 mg of dry mass, 2 — proline in µg/g of dry mass

niem wolnej proliny i glukozy w życie i pszenicy ozimej. Wzrostowi stężenia proliny towarzyszył wzrost stężenia glukozy, obniżonemu zaś poziomowi proliny — obniżony poziom glukozy. Fakt ten świadczy o udziale proliny w metabolizmie węglowodanowym.

PIŚMIENNICTWO

1. Babienko W. J., Gieworkjan A. M.: Sodierżanije swobodnych aminokisłot u rastienij ozimoj pszenicy i jego izmienienije w processie zakaliwanija. Dokłady WASHIŁ 7, 1967.
2. Duranton H., Maille M.: Métabolisme de la proline chez le topinambur. Ann. Physiol. 4, 1962.
3. Giri K. V., Gopalkrishnan K. S., Radhakrishnan A.N., Vaidyanothan C.S.: Proline and Hydroxyproline in Leaves. Nature 170, 1952.
4. Grzesiuk S., Rejowski A.: Zmiany zawartości cukrowców i wolnych aminokwasów w zimujących roślinach pszenicy ozimej. Cz. I: Przemiany cukrowcowe. Roczn. Nauk Roln. 89-A-4, 1964.
5. Gunar I., Siłowa M. N.: Izmienienija sostawa sacharow u ozimych pszenic w processie zakaliwanija. Fiziołogija rast. 1, 1954.
6. Heber U.: Ursachen der Frostresistenz bei Winterweizen I Mitt Die Bedeutung der Zucker für die Frostresistenz. Planta. 52, 1958/1959.
7. Krauze D., Iwańska J.: Ilościowe oznaczanie proliny. Cz. I: Waruki oznaczania. Chemia Anal. 10, 1965.
8. Krauze D., Iwańska J.: Ilościowe oznaczanie proliny. Cz. II. Warunki wykonania analizy w płynach biologicznych. Chemia Anal. 11 1966.
9. Mc Kee H. S., Urbach G. E.: Imino Acids in Santalum Leaves. Nature 175, 1955.
10. Nelson N.: A Photometric Adaptation of the Somogyi Method for the Determination of Glucose. J. Biol. Chem. 153, 1944.
11. Reuter G.: Zustandsbedingte Produktionasänderungen spezifischer Sticstoff. Verbindungen in der Tabakpflanze. Die Kulturpflanze 5, 1957.
12. Salczewa G.: Ob izmienienijach swobodnych aminokisłot wo wriemia pieriezimowki ozimoj pszenicy. Izw. Central. Naucznoissl. Instit. po Rastieniewod. 10, 1961.
13. Trunowa T. J.: Znaczenije raznych form sacharow w powyszenii morozostojkosti koleoptilej ozimych złakow. Fiziołogija rast. 10, 1963.
14. Vester F., Anders F.: Der Gehalt an freien Ambinosäuren des spontan tumorbildenden Artbastards von *Nicotiana glauca* und *N. langsdorffii*. Biochem. Z. 332, 1960.

РЕЗЮМЕ

Определено содержание свободного пролина и глюкозы у ржи, пшеницы и озимого рапса. Исследовано динамику количественных изменений и корреляцию возникающую между нагромоздившемся в растениях свободного пролина и содержанием глюкозы. В исследованиях использовано надземные части озимых

растений. Определение проведено в период от ноября до мая 1970—1973 гг. В исследованном материале определено пролин дензитометрическим методом Краузе и Иваньской (7, 8), а глюкозу методом Нельсона (10). Показано, что три исследованные растения содержат болшое количество свободного пролина. Самое большое количество содержит рапс. Самую большую концентрацию свободного пролина как в рапсе, так и во ржи и пшениц обнаружено в месяце декабре, а самую низкую в месяце мае. Содержание глюкозы увеличивалось в зимние месяцы и понижалось в месяце марте у трех исследованных растений.

Замечено также корреляцию между ростом концентрации глюкозы и пролина, что подтверждается участием пролина в углеводном метаболизме растений.

SUMMARY

The content of free proline and glucose in rye, wheat and winter rape was determined. The dynamics of quantitative changes and correlation between gathering of free proline in the plants and content of glucose were investigated. The above-ground parts of winter plants were the material of investigations. The marking was carried out from November till May, in 1970-1973. Proline was determined by means of densitometric method after Krauze and Iwańska (7, 8), while glucose — after Nelson (10). It was proved that three examined plants contain a large concentration of free proline. The highest content of proline was in rape. Besides, the highest accumalation of the concentration of free proline both in rape and in rye and wheat was in December, while the lowest — in May. The content of glucose increased in winter months and decreased in March in three examined plants. The correlation between an increase in the concentration of glucose and proline was observed, which confirms the share of proline carbohydrate metabolism of plants.