

DIE WIRKUNG DER „RINDITE-DÄMPFE“ AUF DEN N-STOFFWECHSEL DER KARTOFFELKNOLLEN IN DEN EINZELNEM KEIMUNGSPHASEN

(Physiologische Studien über die Kartoffelpflanze VII.)

Von

I. SZALAI und M. DÉVAY

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität, Szeged
(Eingegangen am 17. Dezember, 1956)

Der eine gangbare Weg zur Herstellung von Qualitäts Saatkollen ist die Verwendung von aus der Sommerpflanzung stammenden Knollen (1, 8). Zur Sommerpflanzung können nicht nur aus dem Ertrag des vorigen Jahres stammende Knollen, sondern auch unmittelbar mittels künstlicher Austreibung — aus der Frühjahrsplanzung gewonnene neue Knollen — mit gutem Erfolg verbraucht werden (11). Die »Rindite-Dämpfe«¹ sind ausgezeichnet zur sofortigen Auskeimung (ohne Ruhezustand) der neuen Knollen geeignet (13). Im Laufe der Untersuchungen des Stoffwechsel haben wir bei mit »Rindite« behandelten verschiedenen Knollensorten gefunden, dass in den behandelten Knollen die Natur der Stoffwechselprozesse schon wenige Tage nach der Behandlung verändert ist, und die Synthese von Abbau- und Mobilisationsvorgängen abgelöst wird (5, 6, 14). Von den von uns beobachteten Veränderungen sollen in dieser Mitteilung einige charakteristische Momente des N-Stoffwechsels erörtert werden.

Material und Methodik

Die Untersuchungen haben wir mit 12 Sorten durchgeführt, von denen wir 4 Typen — namentlich die *Frühe-Gelbe*-, *Frühe Rose*-, *Gül-Baba*- und *Ella*-Sorten hervorheben mit der Bemerkung, dass auch in den übrigen untersuchten Sorten ähnliche Stoffwechselforgänge zu beobachten sind. In jedem Fall wurden die Veränderungen des Gesamt-N, Protein-N, Amino-N und die einzelnen Aminosäuren untersucht. Die Knollen (von jeder Sorte 30 Stck) wurden für 48 Std. der Wirkung von 0,8 mg/kg »Rindite« unterworfen und dann, zusammen mit den Kontrollknollen, nach eintägiger Lüftung ausgepflanzt. Der N-Stoffwechsel wurde — neben zahlreichen anderen Paralleluntersuchungen — am 1., 10. und 20. Tage nach der Behandlung untersucht.

Den Amino-N Gehalt haben wir aus 96%-igem Aethanolextrakt im VAN-SLYKE-Apparat (5), die übrigen N-Formen nach entsprechender Vorbehandlung

¹ Rindite = Aethylenchlorhydrin, Aethylenchlorid und Tetrachlorkohlenstoff (Verhältnis: 7 : 3 : 1).

durch Salzsäurezersetzung, und das entstandene Ammoniak nach NESSLER photometrisch bestimmt. Schliesslich wurden zur qualitativen Untersuchung der Aminosäuren Rundfilter-Papierchromatogramme mit einem Phenol-Wasser-Eisessig-Butanol-Solvens hergestellt, und die getrockneten Chromatogramme mit 0,2%-iger Aceton-Ninhydrinlösung 20 Min. bei 80° C entwickelt (10).

Ergebnisse

Im Laufe unserer Experimente wurde der N-Stoffwechsel von zwei Gesichtspunkten untersucht, nämlich welche Tendenz die Veränderung der einzelnen N-Fractionen in den gerodeten jungen (noch nicht vollkommen Reifen) Knollen zeigen, andererseits welche Wirkung die »Rindite-Dämpfe« — mit denen die Knollen zum Keimen angeregt wurden — auf die Gestaltung der N-haltigen Substanzen ausübten.

Die auf Frischgewicht bezogene prozentuelle Trockensubstanz und der Aschengehalt der Sorten war folgender:

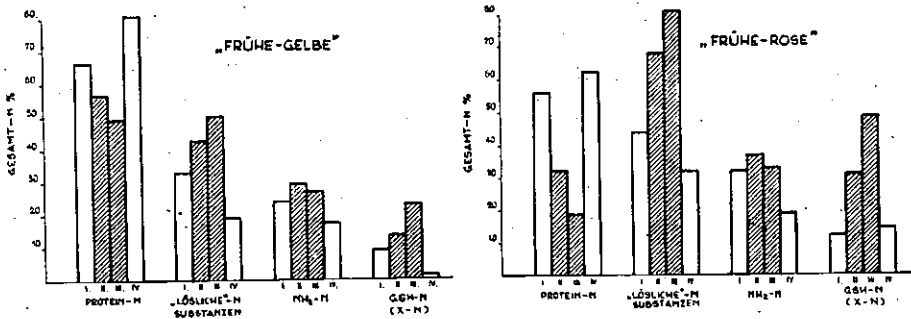
Sorte	Trockengewicht	Asche
	in %	
Frühe Gelbe	22,52	4,49
Frühe Rose	25,42	4,16
Gül-Baba	21,85	3,83
Ella	22,42	5,36

Die Diagramme 1—4. zeigen die quantitative Veränderung der einzelnen Fractionen in den untersuchten Sorten. Im Falle der *Frühen-Gelben* gestalteten die Verhältnisse sich in den behandelten und unbehandelten (Kontroll) Knollen folgendermassen. Die Menge des Protein-N nimmt in behandelten Knollen mit fortschreitender Keimung ab, und in den Kontrollen zu, während es sich bei dem löslichen-N gerade umgekehrt verhält. Der Amino-N-Gehalt wird geringer, während die von uns provisorisch X-N genannte (wahrscheinlich GSH) Fraction steigt (1. Diagramm). Die Differenz zwischen löslichem-N und Amino-N haben wir mit X-N bezeichnet. Die PCG-Untersuchungen haben bewiesen, dass das X-N, wenigstens ein grosser Teil davon, mit dem GSH identisch ist. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung sind notwendig.

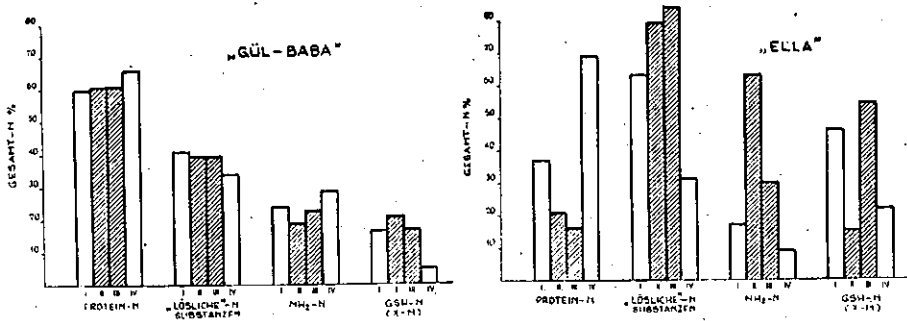
Bei der *Frühen-Rosen*-Sorte sehen wir ganz ähnliche Verhältnisse mit dem Unterschied, dass die lösliche-N-Menge in absolutem Sinne bedeutend mehr ausmacht, und infolgedessen auch der X—N Gehalt viel grösser ist (2. Diagramm).

In den Knollen der *Ella*-Sorte stimmt die Umwandlungsrichtung der N-Fractionen mit den beiden vorherigen Sorten überein. Auffallend ist die sehr kontrastreiche Erscheinung der entgegengesetzten Bewegungsrichtung der Amino-N und X-N-Fractionen (4. Diagramm).

Die *Gül-Baba*-Sorte, welche übrigens in unseren Freilandversuchen mit »Rindite« nicht, oder nur teilweise zum Austreiben angeregt werden konnten, weicht in der Gestaltung ihres N-Stoffwechsels von den vorigen Sorten ab. Die Menge des Protein-N, und des löslichen-N bleibt fast vollkommen unverändert, während das X-N-Niveau direkt abnehmende Tendenz zeigt (3. Diagramm).



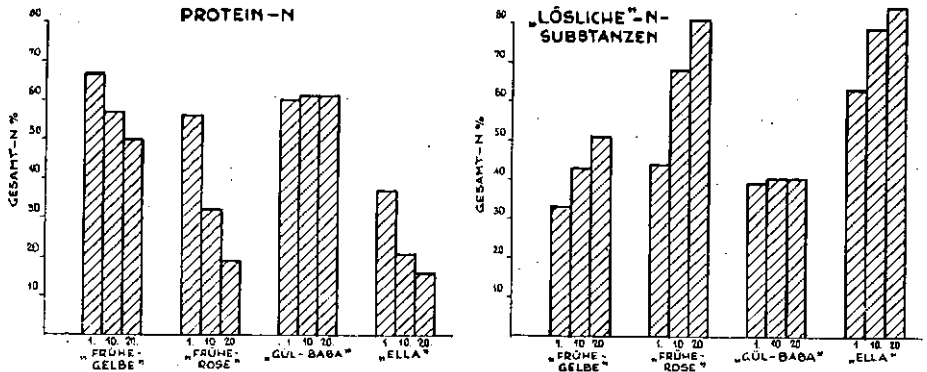
1. und 2. Diagramm. N-Fractionen in den Knollen der *Frühen-Gelben* und *Frühen-Rosen*. I. Ausgangszustand, II. am 10. Tage, III. am 20. Tage nach der Behandlung, IV. Kontrolle zur Zeit der Beendigung des Versuches.



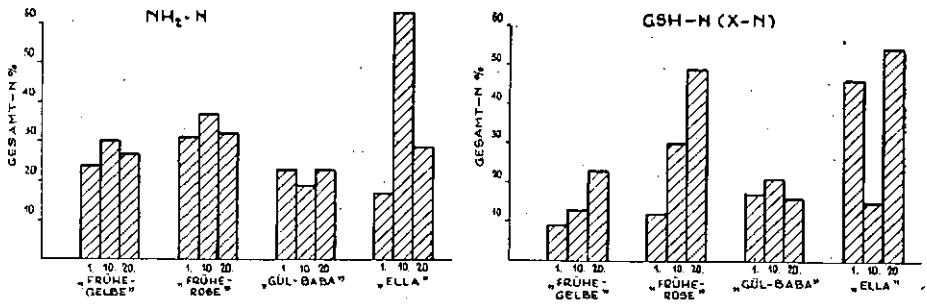
3. und 4. Diagramm. N-Fractionen in den *Gül-Baba*- und *Ella*-Knollen. Erklärung ebenso wie im 1. Diagramm.

Sehr lehrreich erscheint der Vergleich der einzelnen N-Fractionen in den verschiedenen Sorten (5—8. Diagramm): Die Eiweiss-N-Menge nimmt mit fortschreitender Keimung — mit Ausnahme der *Gül-Baba* — in jeder Sorte ab; während sie bei der letzteren unverändert bleibt, oder etwas erhöht ist (5. Diagramm). Die lösliche-N-Menge nimmt — abgesehen von der *Gül-Baba* — zu (6. Diagramm). Der Amino-N-Gehalt steigt nur in den ersten 10 Tagen, um später abzunehmen, nur bei der *Gül-Baba* herrschen umgekehrte Verhältnisse (7. Diagramm). Das X-N zeigte im allgemeinen einen Anstieg, und erreichte des Maximum am letzten Tage der Untersuchung (Am 20. Tage), als die Triebe gerade an der Erdoberfläche erschienen. Auch in dieser Hinsicht nimmt die *Gül-Baba*-Sorte eine Sonderstellung ein (8. Diagramm).

Zugleich mit der Bestimmung der N-Formen haben wir auch die freien Aminosäuren papierchromatographisch untersucht. Diese Untersuchungen waren eher nur orientierender Natur um festzustellen, welche Aminosäuren



5. und 6. Diagramm. Quantitative Veränderung des Protein- und lösliche N-Gehaltes in der untersuchten Sorten, 1, 10 und 20 Tage nach Versuchsbeginn.



7. und 8. Diagramm. Quantitative Veränderung des Amino- und GSH-N-Gehaltes in den untersuchten Sorten. Zeichenerklärung siehe in Abb. 5—6.

durch die »Rindite«-Behandlung in erster Linie vermehrt werden, wobei nicht die Identifizierung sämtlicher vorkommender Aminosäuren angestrebt wurde.

Das Chromatogramm der *Frühen-Gelben*-Sorte ergab folgende Resultate (aus 4 Durchschnittswerten):

Auf die Wirkung der »Rindite«-Behandlung erhöht sich im allgemeinen der Aminosäuregehalt, auffallend aber ist in erster Linie die Zunahme des GSH-Bestandes. Der Zusammenhang zwischen GSH-Menge und Keimungsintensität ist noch nicht deutlich ersichtlich. Das GSH ist nämlich nicht nur als Redoxaktivator zu betrachten (6), sondern stellt als mobile Schwefelverbindung eine Vehikelsubstanz des Schwefels von den Knollen in die Keime dar (3). Desgleichen steigt auch der Tryptophan-Gehalt, und diese Tatsache kann ruhig in Relation mit der Bildung der ein Indolgerüst besitzenden Wachstumsstoffe in Zusammenhang gebracht werden, welche im Laufe der Keimung eine bedeutende Rolle spielen.

Aminosäuren	Rf	Kontrolle zu Beginn des Versuches	10 Tage	20 Tage	Kontrolle am 20. Tage
			nach der Behandlung		
Leucin	0,688	+	+	+	+
Phenylalanin	0,647	+	+	+++	+
Tyrosin	0,499	+	++	+++	+
Asparagin	0,237	+	++	++	+
Glutathion	0,342	+	+++	++++	+
Arginin	0,227	++	++	++	+
Histidin	0,186	++	++	++	++
Lysin	0,150	++	++	++	+
Glutaminsäure	0,323	+	+	++	++
Tryptophan	0,424	+	++	+++	+

Papier: Macherey — Nagel 619 H

Besprechung und Zusammenfassung

Bezüglich der im Ruhezustand in den Knollen zustandekommenden Umwandlungsprozesse der N-Substanzen widersprechen die Angaben der verschiedenen Autoren einander. Während z. B. nach APPLEMAN und MILLER in den reifen Knollen in der Ruhe der Eiweiss-N und Nichteisweiss-N Quotient konstant bleibt, geht in der unreifen Knollen bei der Lagerung eine hochgradige Proteolyse vor sich, die zu einer Erhöhung des Nichteisweiss-N, hauptsächlich des Amino-N, führt. Die genannten Autoren erachten diesen Prozess als einen Nachreifungsvorgang. Andere, z. B. KRÜGER (7) behaupten, dass während der Lagerung der Knollen die Amino-N-Menge zunimmt, während nach ERTEL (2) die Vermehrung des Eiweiss-N charakteristisch ist. GRETSCHKA (4) hat eine Überprüfung der widersprechenden Angaben versucht und gefunden, dass während der Lagerung der Amino-N-Gehalt anfangs abnahm, und etwa von der Erreichung der Hälfte der Lagerungszeit wieder zu steigen begann.

Unsere Untersuchungen unterstützen voll und ganz den Standpunkt von ERTEL bzw. GRETSCHKA; da bei allen Arten im Laufe der Lagerung (Reifung) der Eiweissgehalt zunimmt, während mit Ausnahme der *Gül-Baba* mit vorgeschrittener Keimung die lösliche-N-Menge auf Kosten des Eiweiss-N gesteigert ist.

1. In den jungen Knollen, die der Ruheperiode entgegengehen, ist zweifellos eine Synthese der N-Formen zu beobachten, da das Verhältnis des Eiweiss-N und Nichteisweiss-N ständig wächst.

2. In den mit »Rindite« behandelten, d. h. zum Austreiben gezwungenen Knollen, wenigstens in denjenigen, in denen die Keimung tatsächlich eingesetzt hat und intensiv ist, nimmt der Eiweiss-N/Nichteisweiss-N Quotient mit fortschreitender Keimung ab. Diese Erscheinung ist bei den frühen Sorten ausgeprägter und von grösserem Ausmasse.

3. Die quantitative Veränderungen des Amino-N gehen nicht während des ganzen Keimungsverlaufes mit den quantitativen Veränderungen des löslichen N parallel, da ersteres vom 10. Tage der Keimung an in den meisten untersuchten Sorten abnimmt, während die Menge des löslichen-N ständig steigt.

4. Die PCG Untersuchungen haben — in Übereinstimmung mit den Amino-N-Messungsergebnissen — eine Verstärkung gewisser Aminosäure-Flecken (Asparagin, Tyrosin und Tryptophan) gezeigt.

5. Die GSH-Menge steigt im Laufe der Keimung fortwährend an; und gleichzeitig zeigt die Eiweiß-N- und Amino-N-Menge eine stete Verringerung. Dies lässt vermuten, dass die Aminosäuren eventuell zur Peptid- bzw. GSH-Synthese verbraucht werden.

Im Spiegel des N-Stoffwechsels muss das Ruhestadium von physiologischen Gesichtspunkte in 2 Phasen zerlegt werden, nämlich

a) Die erste Phase umfasst die endgültigen Reifungs-(Nachreifungs) Prozesse, während derer die synthetischen Vorgänge allmählich beendet werden.

b) In der zweiten Phase setzen, in Abhängigkeit von den äusseren Bedingungen (im vorliegenden Falle infolge der »Rindite«-Behandlung) früher oder später die Abbauprozesse ein, als deren sichtbares Zeichen (je nach den Sorten zu verschiedenen Zeitpunkten) die Entwicklung der Sprosse beginnt.

Wir haben diesen Wendepunkt der Stoffwechselprozesse, so wie die ihm unmittelbar vorausgehende und nachfolgende Zeitspanne, als Ruheperiode aufgefasst, in der die Intensität der Lebensvorgänge, abgesehen von der Atmung, nicht oder nur kaum messbar ist. Wir müssen SNELL (11) rechtgeben nach dessen Ansicht jede Knolle nur ein Nachreifungsstadium hat, nicht aber eine Ruheperiode.

Auf Grund des Gesagten können die Veränderungen der Stickstoff-Formen als bedeutende und charakteristische Faktoren des Überganges der Knollen in die Ruheperiode, bzw. als Beginn des aktiven Lebens akzeptiert werden.

Schrifttum

- (1) Anasin, A. G.: Két burgonyatermés egy esztendőben. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest (1941).
- (2) Ertel, H.: Über die Veränderungen der chemischen Zusammensetzung der Kartoffel während der Lagerung, unter besonderer Berücksichtigung von Düngung, Sorte und Temperatur. Landwirtsch. Jb. 75, 669 (1932).
- (3) Fejér, D.: A gyökerek élettani tevékenysége, különös tekintettel a kántartalmú származékokra. Diss. Bp. (1957).
- (4) Гречка, Г.: Биохимические изменения при хранении картофеля. Диссертация. ВИР, 1937.
- (5) Hirosberg, K.—K. Lang: Medizinische Chemie, 301 (1938).
- (6) Irion, W. und O. Fischnich: Über stoffliche Umwandlungen in »Rindite« behandelten Knollen in den einzelnen Phasen der Keimung. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 59, 248 (1952).
- (7) Krüger, K.: Die Wirkung stickstoffhaltiger Düngemittel auf den Wert des Pflanzgutes und die Zusammensetzung der Kartoffel bei vier verschiedenen Bodenarten. Landwirtsch. Jb. 66, 781 (1927).
- (8) Rédey, Gy.: A burgonya nyári ültetése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest (1951).
- (9) Schultze, W. und O. Fischnich: Über Keimförderung und stoffliche Veränderungen in der Kartoffelknolle bei Beginn und im Verlauf der Keimung. Schriftenreihe der F. A. L. 3 (1951).

- (10) *Smith, I.*: Colour reactions on paper chromatograms by dipping technique. *Nature* **171**, 43 (1953).
- (11) *Snell, K.*: Die Beschleunigung der Keimung bei der Kartoffelknolle. *Ber. d. D. Bot. Ges.* **50** a (1932).
- (12) *Szalai, I.*: Die Sommerpflanzung der Kartoffel mit durch »Rindite« Ausgetriebenen jungen Kartoffelknolle. *Acta Biol. Szeged*, **2**, 63 (1956).
- (13) *Szalai, I.*: Zusammenhänge zwischen der Keimung der jungen (in Keimruhe) befindliche Knollen bei verschiedenen Kartoffelsorten und die Konzentration des Stimulationsgemisches. *Acta Agronom. Hung.* **7**, 25 (1957).
- (14) *Szalai, I.—M. Dévay—M. Varga—L. Ferenczy*: Metabolic change in sprouting potato tubers treated with »rindite«. *Acta. Biol. Hung.* **8**, 11 (1957).