

KANN DIE HOHE LAGERUNGSTEMPERATUR ALLEIN EINE NACHTRÄGLICHE WIRKUNG AUF DEN ERNTEERTRAG AUSÜBEN?

I. SZALAI

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität

(Eingegangen am 9. Juni 1971)

In einer landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaft in der Umgebung von Szeged wurden in 1969 mehrere hundert Hektare mit „Gülbaba“-Kartoffeln bebaut; infolge des besonders schlechten Keimungsprozents gab es auf 40—45 Prozent der Kartoffelfelder überhaupt keine Ernte und selbst unter den anscheinend kräftig gewachsenen Pflanzen entwickelten sich nur sehr wenige Knollen. Laut der allgemeinen Ansicht, hat — in diesem Fall — die ungünstige hohe Lagerungstemperatur die Verminderung des Ernteertrages hervorgerufen.

In Ungarn werden, mangels moderner Speicheranlagen, die Kartoffelknollen in zahlreichen Produktionsgenossenschaften und Staatsgütern in der „altherkömmlichen“ Weise, d. h. in Prismen aufgestapelt, mit Stroh und Erde überdeckt, gelagert. Zwar konnten Praxis und Erfahrung eine wennschon nicht moderne, so doch akzeptable Form dieser Lagerungsmethode entwickeln, doch können bei dieser Methode unverteilhafte Änderungen in den Keimen der Knollen eintreten, die die homogene Keimung und somit auch den Ernteertrag sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht gefährden.

In der erwähnten Produktionsgenossenschaft wurden im Jahre 1969 mehrere hundert Tonnen „Gülbaba“ Saatkartoffeln auf offenem Feld in Prismen gelagert. Die Prismen waren je 1 Meter breit und 25 Meter lang. Die nachstehende Abbildung verdeutlicht diese Lagerungsmethode (Abb. 1).

Neben ihrer Billigkeit und den schier unbegrenzten Möglichkeiten hat diese Lagerungsmethode auch mehrere Nachteile, und zwar:

1. teils wegen der Knollenmenge und teils wegen der Deckschicht ist eine Regelung der Temperatur fast unmöglich;
2. es ist recht unständlich, den Zustand der Knollen zu beobachten und die etwaige Knollenfäulnis festzustellen;
3. auf der Oberfläche und im Inneren der Prisma befinden sich die Knollen nicht unter denselben Verhältnissen, sind also ungleichen Wirkungen zugänglich.

All diese Nachteile bedeuten aber lediglich gewisse Schwierigkeiten der Kontrolle, ohne jedoch die Güte und Menge des Ertrages in einschneidender Weise zu gefährden.

Im vorliegenden Fall wurden folgende Mängel der Lagerung festgestellt:

1. das Lattengitter zur gleichmäßigen Lüftung der Knollen wurde nicht benützt (Abb. 1);

2. man wehrte sich nicht ausreichend gegen die respirationverursachte Erwärmung, die Temperatur der Prismen war unzulässig hoch (11–14 °C anstatt 3–7 °C);

3. in den erwärmten Prismen erfolgte die Keimung der Knollen frühzeitig; die Prismen mußten geöffnet werden, um die Keime zu entfernen.

Die erste Frage, die geprüft werden mußte, lautete: in welchem Maße wird der Respirationsverlust vom Temperaturanstieg der Prisme erhöht?

Aus früheren Versuchen standen uns mehrere Angaben über die Höhe der Lagerungstemperatur und des Respirationsverlusts zur Verfügung, die auf der nachstehenden Tabelle angeführt sind (Tab. I).

Tabelle I. Respirationsverlust bei verschiedenen Lagerungstemperaturen

Sorte	1 °C	6 °C	16 °C
Frühe Rose	9,2%	8,3%	20,7%
Kisvárdai Rose, Ella	9,8%	8,0%	21,2%
Gülbaba, Bintje, Pierviosnek	11,8%	4,9%	20,0%
Margarete	11,6%	11,6%	15,4%

Aus diesen Angaben geht hervor, daß der Respirationsverlust der untersuchten Arten bei 6 °C am geringsten ist. Infolge niedrigerer (+1 °C) und höherer (+16 °C) Temperaturen nahm der Respirationsverlust gleichmaßen zu und erreichte bei 16 °C den Höchstwert von 21,2%. Das verbleibende Knollengewicht von nahezu 80% genügt aber reichlich zur Bildung normaler und kräftiger Keime (Abb. 2), es ist also nicht begründet, im respirationsbedingten Gewichtverlust (innerhalb gewisser Grenzen) einen determinierenden Faktor des Ernteertrages sehen zu wollen. Zweifellos hat die ungünstige (steigende) Lagerungstemperatur in der Prisme einen kräftigen Entkeimungsprozeß ausgelöst. Zur Veranschaulichung dieser Wirkung der Lagerungstemperatur möchte ich die Angaben des Versuchsinstituts von Braunschweig-Völkenrode dokumentieren (Tab. II).

Tabelle II. Prozentuelle Keimungsrate der Lagerung bei verschiedenen Lagerungstemperaturen

Reifegruppe	5 °C	15 °C
Früh	1%	27,3%
Mittelfrüh	0,5%	24,2%
Mittelspät	0,3%	16,9%
Spät	0,2%	7,5%

Nach der Rückkehr zu den Angaben der Tabelle II, gelangen wir zur Schlussfolgerung, daß die Erwärmung der Prisme auf 12–14 °C eine kräftige Keimung der Knollen bewirkt. Es fragt sich nun, ob dieser Umstand einen nennenswerten Verlust bedeutet. Zahlreichen einschlägigen Versuchsergebnissen nach

bedeutet die für die frühen Sorten charakteristische Keimung während der Lagerung (im Februar) keinen besonderen qualitativen Verlust, denn an Stelle der abgebrochenen Keime entwickeln sich gewöhnlich mehr neue Keime, als an sortenechten Knollen, die während der Lagerungszeit nicht keimten.

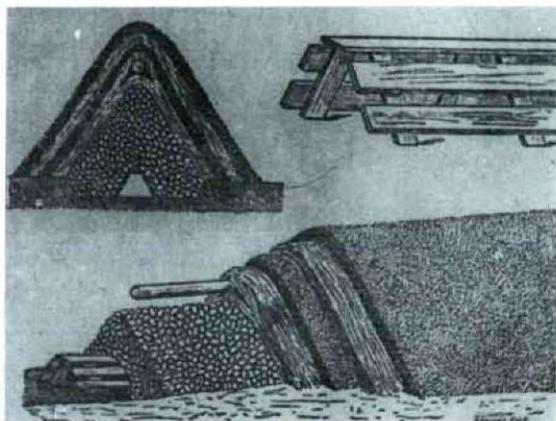


Abb. 1. Skizze der Kartoffelprismen auf offenem Feld.



Abb. 2. Saatkartoffeln guter Qualität, bei 14—16 °C im Keller gelagert, entwickeln auch nach erheblichem Respirationsverlust (20—26% kräftige Keime (Foto I. Szalai).

Da sich bei einem beträchtlichen Teil der angebauten mittelspäten „Gül-baba“-Knollen nur ein oder wenige Sprossen entwickelt haben (Abb. 3), war der Gedanke naheliegend, bei den mittelspäten Sorten sei die Keimung während der Lagerungszeit nachteilig oder es müßten auch andere Parameter in Betracht gezogen werden, denn bei einem beachtlichen Teil der angebauten Knollen fand die Bildung der gleichmäßig und schnell wachsenden stämmigen Keime nicht statt; vielmehr bildeten sich nur Fadenkeime bzw. kurze Stolonen, auf denen sekundäre Knollen oder „Zwiewüchse“ entsanden (Abb. 4). Am 2. Juni 1969 fand ich in den stichprobenartig ausgehobenen Stauden ausnahmslos Mutterknollen, die solche Zwiewüchse entwickelten (Abb. 5—6).

Einige Aufnahmen, die an Ort und Stelle gemacht wurden, dokumentieren, in welchem Maße die Kartoffelsaat im behandelten Falle aufgegangen war und die Knollenbildung erfolgte (Abb. 7–8).



Abb. 3. Aus der Mutterknolle „Gülbaba“, gelagert bei hoher Temperatur, entwickeln sich zumeist gar keine oder nur verkümmerte oberirdische Triebe. Solche Stücke sind zur Knollenbildung unfähig (Foto I. Szalai).

Abb. 4. Aus den degenerierten Saatknohlen entwickeln sich nach Anbau kurze Stolonen und an diesen sekundäre Knollen. In diesem Falle bilden sich keine oberirdischen Triebe (Foto I. Szalai).

Nach den Gesagten konnte der Ernteausfall nicht mehr ausschließlich der viel zu hohen Lagerungstemperatur zugeschrieben werden, man müßte die Ursachen auch in der Qualität der Saatknohlen suchen.

In den Tiefebene mit warmen, trockenen Sommern — so auch in einem ansehnlichen Teil Ungarns — erfolgt im Verlauf der ständigen vegetativen Vermehrung eine Degenerierung der Kartoffeln. Diese Verfallserscheinung ist kein typisches ungarisches Problem, sondern tritt in allen ähnlichen oder noch weiter südwärts gelegenen Ländern überall auf. Es wurde festgestellt, daß die hohe Bodentemperatur, die Ende Juni und im Juli während der Entwicklungs- und Reifeperiode der Knohlen besteht, die Hauptrolle unter den Natur- und Zuchtfaktoren spielt, die sich auf die Entwicklung der Pflanze nachträglich auswirken.

Die Knohlen, die sich bei hoher Temperatur, in einer mehr oder weniger anhaltenden Trockenperiode entwickeln, treiben im Frühjahr größtenteils dünne,

sog. „Fadenkeime“ (STEINECK). Die Zahl der fadenkeimigen Knollen ändert sich von Jahr zu Jahr und beträgt des öfteren bis zu 80–90 Prozent der Gesamtzahl. Die schwachen Keime dieser Knollen sind unfähig den Boden zu durchbrechen, folglich wird der Kartoffelbestand ungleichmäßig und der Ernteverlust hoch.

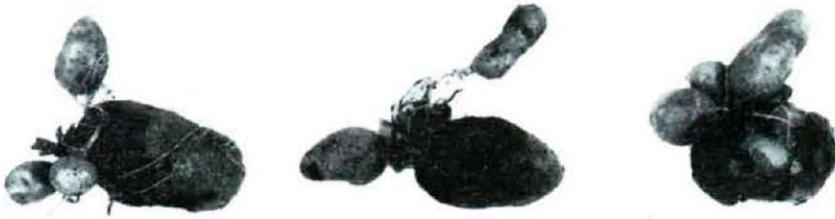


Abb. 5. Bildung sekundärer Knollen am Untersuchungsmaterial, entnommen dem Kartoffelfeld der Produktionsgenossenschaft Keine oberirdischen Triebe (Foto I. Szalai).

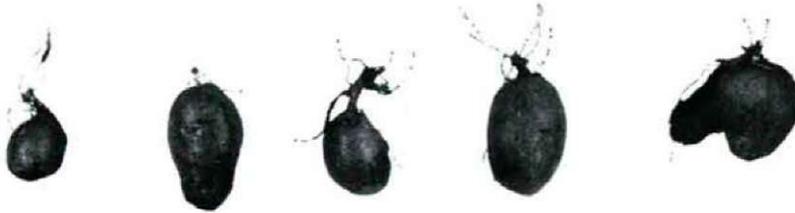


Abb. 6. Unter den gut entwickelten Pflanzen bildeten sich zur Fortpflanzung ungeeignete Knollen aber nicht an den Stolonen des oberirdischen Triebes, sondern an den degenerierten Mutterknollen (Foto I. Szalai).

Über die „Fadenkeimigkeit“ und ihre Ursachen sind bereits zahlreiche Mitteilungen erschienen, die die Ursachen fast ausnahmslos in der hohen Bodentemperatur und in der unzureichenden Wasserversorgung sehen (SORAUER, KOLTERMANN und APPLEMAN). DYKISTRA nennt die Fadenkeimigkeit eine vorübergehende physiologische „Erkrankung“. Bei seiner Untersuchung an der Kartoffelsorte „Bintje“ war die Fadenkeimigkeit vielfach mit der Bildung durchwachsener Knollen verbunden. ZOGG, HOBBER und SALZMANN untersuchten in 1948 die stark fadenkeimige „Bintje“-Sorte und führten die Ursachen einmütig auf die große Dürre und die hohe Bodentemperatur im Sommer 1947 zurück.

Laut FISCHNICH und Mitarbeiter können die fadenkeimigen Knollen mit wiederholtem Abbrechen der Keime zur Bildung besserer Keime angeregt werden, doch dürfen die Knollen in diesem Falle nur nach Vorkeimung in den Boden gebracht werden, da der Anbau unmittelbar nach Entfernung der Keime die Mutterknollen sehr oft zur Bildung sekundärer Knollen anregt. So ist also auch die Bildung der „Zwiewüchse“ eine Begleiterscheinung der physiologischen Degenerierung.

In der Frage der Bildung von sekundären Knollen oder Zwiewüchsen liefert BODLAENDER einen entscheidenden Beweis:

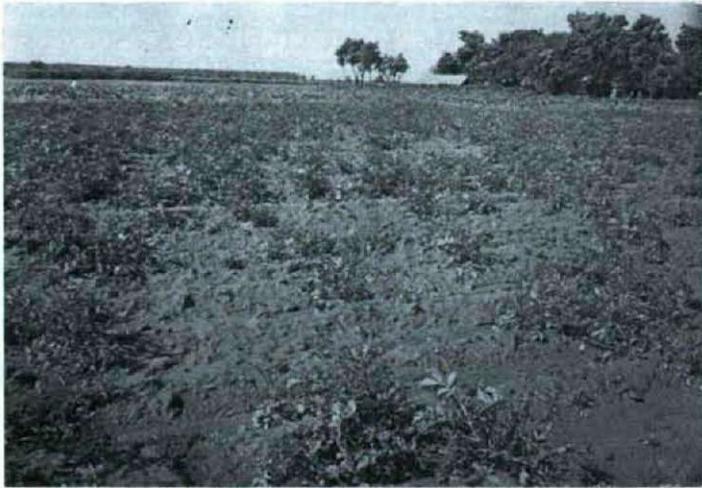


Abb. 7. Infolge der Verwendung der physiologisch degenerierten Saatknohlen „Gülbaba“ ist die Entkeimungsrate sehr schwach (ca. 50%). Aufgenommen am 27. Juni 1969 in der Produktionsgenossenschaft „Üttörö“, Makó (Foto I. Szalai).

1. Er stellt fest, daß sich bei hoher Bodentemperatur (28–30 °C) — unabhängig von der Wasserversorgung — an der Mutterknolle sekundäre Knollen oder Zwiewüchse entwickeln, solche Fälle jedoch bei 16–18 °C niemals vorkommen.

2. Die Dürre hat das Phänomen nicht intensiviert.

3. Er stellt ferner fest, bei gleichen Bedingungen käme die Bildung der sekundären Knollen an Langtagbedingungen häufiger vor, als an Kurtztagbedingungen.

4. Die Stickstoffdüngung über dem Optimum löst ebenfalls die Neigung zur Bildung der sekundären Knollen aus.

5. Im Laufe der Knollenentwicklung verkürzt die hohe Bodentemperatur die Ruhe der Knolle (sie wird anfällig zur Keimung während der Lagerung), vermindert die apikale Dominanz und fördert dadurch die Verzweigung der Stolonen sowie die Bildung der sekundären Knollen.

Anhand der eigenen Versuchsergebnisse und der Dokumente der Fachliteratur konnte festgestellt werden, daß die von der Produktionsgenossenschaft „Üttörö“ gekauften und aus verschiedenen Standorten stammenden Knollen zum Teil physiologisch degeneriert waren.

In der endgültigen Stellungnahme war auch der glückliche Umstand behilflich, daß die an derselben Stelle in gleicher Weise gelagerten, aus Eigenbau stammenden und bestimmt gesunden Kartoffeln in der Prisma nicht keimten und nach dem Anbau kräftige Triege entwickelten. Infolgedessen ging die Saat gleichmäßig, nahezu hundertprozentig auf (Abb. 9–10).

Aufgrund all dessen wurde begutachtet, daß die Lagerungsmethode nur teils Schuld an der minderwertigen Qualität der Saatknohlen trägt und daß die



- Abb. 8. Aus den unter ungünstigen Verhältnissen gelagerten „Gulbab“-Knollen entwickeln sich häufig, trotz kräftiger oberirdischer Belaubung, keine oder nur wenige Stolonen; keine oder nur unbedeutende Knollenbildung (Foto I. Szalai).
- Abb. 9. Bei Verwendung von physiologisch gesunden Saatknollen geht die Saat hundertprozentig auf. Aufgenommen am 27. Juni 1969 in der Produktionsgenossenschaft „Üttörő“, Makó (Foto I. Szalai).



Abb. 10. Unter der dichtbelaubten Pflanze, die sich aus dem selbstgezüchteten Saatgut der Produktionsgenossenschaft entwickelte, ist die Knollenbildung befriedigend. Aufgenommen am 27. Juni 1969 in der Produktionsgenossenschaft „Üttörö“, Makó (Foto I. Szalai).

Ursachen hauptsächlich in den Saatknohlen liegen, die sich unter nicht optimalen Verhältnissen entwickelt haben, scheinbar tadellos, in Wirklichkeit jedoch physiologisch degeneriert worden sind.

Anschrift des Verfassers:
Prof. DR. I. SZALAI
Pflanzenphysiologisches Institut der A. J. Universität,
Szeged, Ungarn