

Kationenaustausch an abgetöteten Pflanzenwurzeln

Doctoral Thesis

Author(s):

Keller, Peter

Publication date:

1960

Permanent link:

<https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-000097778>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Prom. Nr. 2900

Kationenaustausch an abgetöteten Pflanzenwurzeln

VON DER
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH
ZUR ERLANGUNG
DER WÜRDE EINES DOKTORS DER
TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

GENEHMIGTE
PROMOTIONSARBEIT
VORGELEGT VON

Peter Keller

Dipl. Ing.-Agr. E.T.H.
von Weinfelden (Thurgau)

Referent: Herr Prof. Dr. H. Deuel
Korreferent: Herr Prof. Dr. R. Koblet

VERLAG P. G. KELLER - WINTERTHUR 1960

Zusammenfassung

1. Die Kationenaustauschkapazität abgetöteter Pflanzenwurzeln beträgt bei Weizen: 23; Mais: 29; Bohnen: 54; Tomaten: 62; Rittersporn: 95 mäß. pro 100 g lufttrockener Wurzeln (Kapitel 31).

2. Der Uronsäuregehalt beträgt bei Weizen: 25; Mais: 34; Bohnen: 60; Tomaten: 72; Rittersporn: 105 mäß. pro 100 g lufttrockener Wurzeln. Der Veresterungsgrad beträgt in gleicher Reihenfolge 28; 29; 36; 18 und 10 % (Kapitel 32).

3. Die Kationenaustauschkapazität der Wurzeln ist um so grösser, je grösser ihr Gesamturonsäuregehalt und ihr Gehalt an freien Karboxylgruppen der Uronsäuren ist. Der Anteil der freien Karboxylgruppen der Uronsäuren an der Kationenaustauschkapazität der Wurzeln variiert zwischen 70 und 100 %.

4. Die Uronsäuren in den Gramineenwurzeln sind in Hemizellulosen eingebaut; es dürfte sich dabei um Glukuronsäure handeln. In den Dikotyledonenwurzeln dagegen kommen die Uronsäuren in Form von Pektin vor (Kapitel 33).

5. Zwischen Kationenaustauschkapazität und N-Gehalt der Wurzeln verschiedener Pflanzenarten besteht keine eindeutige Beziehung. Dagegen nahm bei Knaulgras mit zunehmender N-Versorgung sowohl die Kationenaustauschkapazität wie der N-Gehalt bis zu einem gewissen Grade zu. Der Veresterungsgrad der Uronsäuren nahm dabei etwas ab, der Uronsäuregehalt blieb dagegen unverändert. Der Anteil der nicht-uronsäureartigen ionogenen Gruppen an der Kationenaustauschkapazität der Wurzeln nahm ebenfalls zu (Kapitel 34).

6. Zwischen der Kationenaustauschkapazität und der Azidität der Wurzeln sind die Beziehungen nicht eindeutig. Die Azidität ist nicht nur von der Ladungsdichte, sondern auch vom chemischen Aufbau und der Struktur der Wurzeln abhängig (Kapitel 41).

Nach den Titrationskurven und scheinbaren Dissoziationskonstanten sind die Wurzeln, mit Ausnahme der Ritterspornwurzeln, schwächer sauer als Mono- und Polygalakturonsäure. Gramineenwurzeln sind wesentlich schwächer sauer als Dikotyledonenwurzeln, ebenfalls die aus Gramineenwurzeln extrahierten Polyuronid-Hemizellulosen. Weizen-, Mais- und Bohnenwurzeln weisen zwei, Tomaten- und Ritterspornwurzeln dagegen nur einen Wendepunkt der Titrationskurve auf (Kapitel 35).

7. Kationenaustauschgleichgewichte wurden an unbehandelten und mit Diazomethan veresterten Wurzeln sowie an Schnitzeln von Zuckerrüben,

Rettich und an mit Formaldehyd vernetztem Pektin gemessen. (Die Kationenaustauschkapazität der Zuckerrübenschnitzel beträgt 60 mÄq. pro 100 g, diejenige der Rettichschnitzel 90 mÄq. pro 100 g. Sie ist zu ca. 93 % auf freie Karboxylgruppen des Pektins zurückzuführen. Der Veresterungsgrad der Zuckerrübenschnitzel beträgt 59, derjenige der Rettichschnitzel 49 %.) Referenzion war in allen Fällen H^+ , Anion in der Aussenlösung CH_3COO^- . Als Kationen wurden Li^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Ba^{++} , Zn^{++} und Cu^{++} verwendet (Kapitel 36).

Die einzelnen Wurzelarten zeigen sehr verschiedene Selektivitäten für die verschiedenen Kationen (Figur 6).

8. 2-wertige Kationen werden von allen Wurzeln selektiver aufgenommen als 1-wertige. Bei den Alkaliionen gilt die lyotrope Ionenreihe, allerdings nicht ausgeprägt und mit einer Ausnahme bei Weizenwurzeln; bei den Erdalkaliionen gilt dagegen die lyotrope Ionenreihe nicht.

Von allen Wurzeln wurden von den metallischen Kationen Cu^{++} und Ca^{++} am selektivsten aufgenommen. Von den Dikotyledonenwurzeln wurden alle 2-wertigen Kationen selektiver aufgenommen als H^+ , bei den Gramineenwurzeln dagegen nur Cu^{++} .

Verschiedene Gleichgewichtskurven sind mehr oder weniger ausgeprägt S-förmig; diese S-Form findet sich beim Zn^{++} , Ba^{++} und — weniger deutlich — auch bei Mg^{++} an allen Wurzeln, während umgekehrt keine der Wurzelarten für alle, oder wenigstens die Mehrzahl, der Kationen S-förmige Kurven zeigt.

Die Verhältnisse der Selektivitäten für die verschiedenen Kationen sind im übrigen nicht über den ganzen Belegungsbereich des Austauschers gleich; mit zunehmender Belegung tritt in einigen Fällen eine Selektivitätsumkehr ein. Die Selektivität für Metallionen nimmt mit zunehmender Belegung in der Regel ab. In einigen Fällen bleibt die Selektivität gleich, vor allem beim Austausch Alkaliionen — H^+ , oder nimmt sogar zu, z. B. bei Ritter-spornwurzeln für den Austausch Ca^{++} — H^+ (Kapitel 361).

Die Kationenselektivitäten lebender und abgetöteter Wurzeln zeigen nur eine geringe Übereinstimmung (Kapitel 361).

9. Wurzeln, deren ionogene Gruppen partiell mit Diazomethan verestert wurden, zeigen eine kleinere Selektivität für 2-wertige und eine etwas grössere Selektivität für 1-wertige Kationen als unbehandelte Wurzeln (Kapitel 362; 421).

10. Rübenschnitzel mit von Natur aus hohem Veresterungsgrad sind weniger selektiv für 2-wertige, aber selektiver für 1-wertige Kationen als

Wurzeln mit gleicher Kationenaustauschkapazität, aber niedrigerem Veresterungsgrad (Kapitel 363; 421).

11. Zwischen der Kationenaustauschkapazität und der Selektivität der Wurzeln für metallische Kationen besteht kein eindeutiger Zusammenhang (Kapitel 421).

Die Kationenselektivität der Wurzeln ist stark von ihrem chemischen Aufbau und ihrer Struktur abhängig. Die grossen Selektivitätsunterschiede zwischen Gramineen- und Dikotyledonenwurzeln sind wohl vor allem auf die verschiedene Natur der uronsäurehaltigen Polysaccharide in diesen Wurzeln zurückzuführen (Kapitel 422).