

Über die Bodenfeuchtigkeit, bei der die Pflanzen absterben

ŽARKO STOJANOV

Institut für Forstwirtschaft der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften, Sofia

Eingegangen am 23. Juni 1959

Souhrn

V práci je popsána jednoduchá metoda, podle které je možno zcela objektivně stanovit kritickou vlhkost půdy, při níž rostliny odumírají, na rozdíl od stanovení bodu vadnutí, které je zatíženo subjektivní chybou.

Pokusy se slunečnicí, fazolí, kukuřicí, pšenicí, pohankou, travinami, lesními dřevinami a různými druhy a odrūdami pšenice ukázaly, že vlhkost půdy, při níž rostliny odumírají, je u různých druhů a odrūd různá. Dále jsou citovány jiné autorovy práce (STOJANOV 1955, 1957b a 1958), v nichž ukázal, že tato kritická vlhkost se mění jak hustotou porostu v monokulturách tak také složením porostu v porostech smíšených, a dále vlivem různých chemických látek a jejich koncentrace.

Hodnota půdní vlhkosti, při které rostliny odumírají, resp. bod trvalého vadnutí jsou významné nejen pro přežívání rostlin v době sucha, nýbrž ovlivňují pravděpodobně výnos i v případech, kdy těchto hodnot půdní vlhkosti není dosaženo; je to v souladu s výzkumy MAXIMOVA a KOMISERKA, které ukázaly, že růst rostlin je určován také různou vlhkostí i v intervalu nad bodem dostupnosti půdní vlhkosti.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit ist eine einfache Methode beschrieben, mit deren Hilfe es möglich ist, die kritische Bodenfeuchtigkeit ganz objektiv zu bestimmen, bei der die Pflanzen absterben und zwar im Gegensatz zur Bestimmung des Welkungspunktes, die durch subjektive Fehler belastet ist.

Versuche an Sonnenblumen, Bohnen, Mais, Weizen, Buchweizen, Gräsern, Waldholzbäumen und verschiedenen Arten und Abarten des Zuchtweizens zeigten, dass die Bodenfeuchtigkeit, bei der die Pflanzen absterben, bei den verschiedenen Arten und Abarten verschieden ist. Ferner sind andere Arbeiten

des Autors zitiert (STOJANOV 1955, 1957b, und 1958) in denen er zeigte, dass diese kritische Feuchtigkeit sich nicht nur mit der Dichte der Bestände von Monokulturen, mit der Zusammensetzung der Bestände von Mischkulturen, sondern auch weiter sowohl unter dem Einfluss verschiedener chemischer Stoffe, als auch ihrer Konzentration ändert.

Die Werte der Bodenfeuchtigkeit, bei der die Pflanzen absterben, bzw. die Punkte des dauernden Welkens sind nicht nur für das Überleben von Pflanzen in der Zeit der Trockenheit wichtig, sondern beeinflussen wahrscheinlich die Ernte auch in Fällen, in denen diese Bodenfeuchtigkeitswerte nicht erreicht werden. Das ergibt sich aus den Untersuchungen von MAXIMOV und KOMISERKO, welche zeigten, dass das Pflanzenwachstum vom Abstand (von der Differenz) der Bodenfeuchtigkeit vom Punkte des unzugänglichen Wasser des Bodens abhängig ist.

Einleitung

Nach den Untersuchungen von BRIGGS und SCHANTZ (1912) soll die Welkungsfeuchtigkeit, d. i. der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens, bei dem die Pflanzen bei Trockenheit absterben, nicht von der Pflanzenart, sondern vor allem von der Bodenart abhängig sein. Diese Auffassung herrschte ungeachtet aller Gegnerschaft lange Zeit in der Pflanzenphysiologie als massgebliches Postulat und heute noch sind die Meinungen über diese Frage geteilt. Die Meinungsverschiedenheiten über den Wert des Welkungskoeffizienten fassen vor allem auf der Subjektivität der Beurteilungen der Welkungserscheinungen. Was die Frage des Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens anbelangt, bei dem die Pflanzen bei Trockenheit absterben, die Absterbefeuchtigkeit, wird in der Literatur angenommen, dass sie der maximalen Hygroskopizität oder der toten Reserve des Bodens entspricht (FEDOROWSKIJ 1948) und dass praktisch genommen alle Pflanzen den Boden bis zu ein und demselben Niveau entfeuchten (MAXIMOV und KOMISERKO 1950, VEIHMEYER 1956); es fehlen jedoch detaillierte experimentelle Untersuchungen in dieser Richtung.

In der Literatur gibt es über diese Frage gewisse, allerdings indirekte Angaben. Wir erwähnen die Arbeit von TUMANOV (1927, S. 431—434), der verschiedene Weizensorten 2 Wochen in welchem Zustand belässt und dann begiesst. So stellt er fest, dass eine grössere Zahl von Pflanzen der als dürre-resistent bekannten Sorten am Leben bleiben, als der nicht dürre-resistenten; aber er macht keine Angaben über die Feuchtigkeit des Bodens unter den Pflanzen der verschiedenen Sorten; auch zitiert er analoge Feldversuche von PISAREV (1922).

FOWELLS and KIRK (1945, S. 601—604) bestätigen, dass Pflänzchen von *Pinus ponderosa* imstande sind, einige Zeit am Leben zu bleiben, wenn die Bodenfeuchtigkeit niedriger ist als jene, bei der die Sonnenblume Dauerwelkung zeigt. STONE and FOWELLS (1955) und STONE (1958) stellen fest, dass *Pinus ponderosa*-Pflänzchen (sowie auch einige andere Koniferen) bei geringerer Bodenfeuchtigkeit zugrundegehen, als die Sonnenblume. Das Kriterium, ob die Pflanzen äusserlich gesehen am Leben geblieben sind, ist aber unzulänglich.

Im Zusammenhang mit den Versuchen in der vorliegenden Arbeit ist auch die Arbeit von KISSELEW (1935) zu erwähnen. Dieser Autor hat mittels Eintauchens der Pflanzen in verschiedenen konzentrierte Zuckerlösungen die Saugkraft, bei der oberirdische Teile verschiedener Pflanzenarten absterben und auch den Wassergehalt beim Eingehen bestimmt.

Zur Klärung dieser Frage wurden folgende Experimente durchgeführt.

Experimenteller Teil und Diskussion

In 25 Blumentöpfen mit einem oberen Durchmesser und einer Höhe von je 11 cm wurden Samen von Sonnenblumen (*Helianthus annuus* L.), Bohnen (*Phaseolus vulgaris* L.), Mais (*Zea mays* L.), Weizen (*Triticum vulgare* Host.) und Buchweizen (*Fagopyrum sagittatum* GILIB.) vermischt ausgesät und zwar so, dass in jedem Gefässe je ein Exemplar der genannten Pflanzen Boden fasste. Nach zwanzigtägigem Wachstum wurde das Begiessen der Gefässe eingestellt. Nach dem Auftreten der Anzeichen eines starken Welkens der Sonnenblumen (bei dieser Art wurden derartige Symptome erstmalig beobachtet), wurden jeden Tag einige Gefässe aus dem Versuche ausgeschieden und von diesem Augenblicke an regelmässig begossen. Alle Pflanzen, die sich in den ersten Tagen ausgeschiedenen Gefässen befanden, blieben einer 15 Tage später erfolgten Kontrolle gemäss am Leben; in den Gefässen dagegen, die erst in den letzten Tagen des Experimentes ausgeschieden wurden, waren alle Pflanzen bereits abgestorben, während in denjenigen, die im Laufe der Zwischenzeit ausgeschieden wurden, einige Pflanzen neben einer Anzahl toter leben blieben; es wurde folgende Reihe des Absterbens festgestellt (STEFANOV und STOJANOV 1953).

1. Sonnenblume, die als erste abstarb; 2. Bohnen, 3. Mais, 4. Weizen und 5. Buchweizen, welcher als letzte Pflanzenart abstarb. In einigen Gefässen starb jedoch der Buchweizen vor dem Weizen ab, woraus anzunehmen ist, dass das Absterben dieser beiden Pflanzenarten etwa gleichzeitig eintritt. Dieses Experiment zeigt deutlich, dass die Pflanzenarten bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden des Bodens eingehen und zwar bei höchstem Feuchtigkeitsgehalt die Sonnenblume und bei niedrigstem der Buchweizen.

Anschliessend wurde ein Experiment zum Zwecke der unmittelbaren Bestimmung des Bodenfeuchtigkeitsgehaltes durchgeführt:

Etwa in je 15 Gefässen mit einem oberen Durchmesser und einer Höhe von je 11 cm wurden Samen jeder der oben erwähnten Pflanzenarten ausgesät und zwar blieben nach allfälligem Jäten in jedem einzelnen Gefässe 5 Pflanzen der gleichen Art übrig. Nach zwanzigtägigem Wachstum wurde das Begiessen eingestellt. Bei den ersten starken Welkungsanzeichen jeder Pflanzenart wurden jeden Tag einige Gefässe der untersuchten Art ausgeschieden, die Erde jedes Behälters wurde entleert und es wurde eine Probe für die Feuchtigkeitsbestimmung entnommen (unter Beobachtung des Umstandes, dass einer 2 cm starken Schichte der Oberfläche und ringsum an den Wänden keine Proben entnommen werden dürfen); nach der Probenentnahme wurden die restliche Erde und Pflanzen wieder in die Gefässe zurückgegeben und von

diesem Zeitpunkte an wieder regelmässig begossen. Die in den ersten Tagen des Experiments ausgeschiedenen Gefässe wiesen einen hohen Feuchtigkeitsgehalt auf und die darin befindlichen Pflanzen erhielten sich am Leben, während sie in den Gefässen, die in den letzten Tagen ausgeschieden wurden und die einen weit niedrigeren Feuchtigkeitsgehalt aufwiesen, alle abgestorben waren; Gefässe dagegen, die in der Zwischenzeit aus dem Versuch genommen worden sind, wiesen einen mittleren Feuchtigkeitsgehalt auf und in manchen von ihnen waren (laut der nach 15 Tagen durchgeführten Kontrolle) Pflanzen noch am Leben.

Als Beispiel führen wir die Resultate an, die bei den Experimenten mit Weizen und Sonnenblumen erzielt wurden:

Weizen Sorte Nr. 11

3,18	3,22	3,27	3,33	3,35	3,38	3,46	3,56	3,59 L 1	3,68 L 1	3,74 L 1
4,25 L 4	4,31 L 1	4,37 L 2	4,68 L 2	5,49 L 2	5,51 L 4	5,55 L 2	5,86 L 2	6,44 L 4		

Sonnenblumen

6,31	6,58	7,04	7,71	7,88	8,42	8,64	8,65	9,04	9,26 L 1	9,35
9,36	9,57	9,71 L 5	10,05 L 3							

Die oberen Zahlen zeigen den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens in Prozenten des absoluten Trockengewichtes an, wobei die Anzahl der lebend erhaltenen Pflanzenexemplare mit „L“ und einer Ziffer unter die betreffenden Bodenfeuchtigkeitsangaben vermerkt wurden; das Fehlen des Buchstaben „L“ bedeutet das Eingehen aller Pflanzen.

Daraus geht hervor, dass über die Grenze eines gewissen Feuchtigkeitsgehaltes hinaus Pflanzen am Leben bleiben, unterhalb dieser Grenze jedoch absterben. Besonders deutlich tritt dies beim Experiment mit Weizen hervor, bei Sonnenblumen ist diese Grenze nicht so scharf. Wenn die Absterbefeuchtigkeit durch zwei Zahlen ausgedrückt wird, deren eine den niedrigsten Feuchtigkeitsgehalt bezeichnet, bei dem die betreffenden Pflanzen am Leben bleiben, und die andere den höchsten Feuchtigkeitsgehalt, bei dem alle Pflanzen bereits abgestorben sind, kann man die Absterbefeuchtigkeit der fünf im Versuch behandelten Pflanzenarten darstellen, wie folgt:

Absterbefeuchtigkeits—Intervall

Buchweizen	3,15—2,71
Weizen Sorte Nr. 11	3,59—3,56
Mais	5,79—4,59
Bohnen	8,73—6,26
Sonnenblume	9,71—9,04

Da die maximale Hygroskopizität der benützten Erde $4,45\% \pm 0,07$ betrug, starben die Weizen- und Buchweizenpflanzen unterhalb der maximalen Hygroskopizität, die übrigen drei Pflanzenarten oberhalb derselben ab.

Nach der gleichen Methodik wurden Versuche mit Gräsern durchgeführt, die einen Monat sowie vier Monate alt waren. Es wurden folgende Arten untersucht: *Festuca elatior* L., *Bromus erectus* HUDS., *Hordeum secalinum* SCHREB., *Hordeum bulbosum* L., *Phleum pratense* L., *Arrhenatherum avenaceum* P. B., *Agrostis alba* L., *Agropyrum pectiniformae* R. S., *Lolium multiflorum* LAM., *Phalaris bulbosa* L., *Bromus inermis* LEYSS., *Bromus fibrosus* HACK., *Festuca fallax* HACK., *Dactylis glomerata* L., *Secale montanum* GUSS., und *Lolium perenne* L.

Die Untersuchungen zeigten, dass alle diese Gräser bei beinahe gleicher Bodenfeuchtigkeit eingehen, die niedriger als die maximale Hygroskopizität des Bodens ist und nahe an der Absterbefeuchtigkeit des Weizens (Sorte Nr. 11) liegt und zwar gleicherweise bei jungen wie bei alten Pflanzen. Von den untersuchten Leguminoscnarten gingen nur *Vicia sativa* L. unterhalb der Grenze der maximalen Hygroskopizität ein, von den restlichen Pflanzen ging *Medicago sativa* L. annähernd bei maximaler Hygroskopizität, *Trifolium pratense* L. deutlich bei höherer Feuchtigkeit, sowie *Astragalus cicer* L., *Lupinus polyphyllus* LINDL., und *Lotus corniculatus* L. bei noch höherer Feuchtigkeit ein, die sich dem Absterbefeuchtigkeitsgrad der Sonnenblume nähert.

Die Untersuchungen an zwei- und dreijährigen Bäumchen ergaben folgende Absterbefeuchtigkeiten. Als Beispiel führen wir die Resultate einer Gruppe von Untersuchungen an, für welche sowohl einzelne wie auch mehrere verschiedenartige Einpflanzungen in einem Gefäss bei direkter Bestimmung der Bodenfeuchtigkeit vorgenommen wurden.

Die Versuche mit den angeführten Holzarten wurden in grösseren Gefässen (22×22 cm) durchgeführt und die Kontrolle der lebenden oder abgestorbenen Hölzer erfolgte 2 Monate nach dem Begiessen der letzten ausgetrockneten Gefässe.

Absterbefeuchtigkeits-Intervall

<i>Fagus sylvatica</i> L.	5,76—7,88
<i>Quercus cerris</i> L.	6,06—6,72
<i>Populus balsamifera</i> L.	5,90—7,46
<i>Picea excelsa</i> (LAM.) LINK	5,47—6,82
<i>Tilia</i> sp.	5,90—6,45
<i>Quercus borealis maxima</i> MICHX.	5,72—6,01
<i>Pinus silvestris</i> L.	5,18—7,11
<i>Quercus sessiliflora</i> SALISB.	5,47—5,88
<i>Quercus conferta</i> KIT.	5,52—5,56
<i>Quercus robur</i> L.	5,52—5,57
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	5,09—5,85
<i>Pinus nigricans</i> HOST.	4,81—7,11
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	4,12—7,11
<i>Gleditschia triacanthos</i> L.	4,57—5,02
<i>Fraxinus americana</i> L.	4,12—5,22
<i>Fraxinus oxycarpa</i> WILLD.	4,47—4,88
Maximale Bodenhygroskopizität	$4,50 \pm 0,08$

Die Absterbe — Intervalle einiger Arten überdecken sich teilweise, jedoch unterscheiden sich die Arten, die bei niedriger Bodenfeuchtigkeit (in der Nähe der maximalen Hygroskopizität) zugrunde gehen, deutlich von denjenigen, die bei einer Feuchtigkeit absterben, welche weit über der maximalen Hygroskopizität liegt.

Ein ähnliches Resultat lieferten auch andere Gruppenversuche bei denen sich nur die Daten der Absterbefeuchtigkeit von *Quercus cerris* L. den niedrigeren Werten näherten, die von *Pinus silvestris* L. dagegen den höheren Werten; diese Abweichungen sind wahrscheinlich der noch unzulänglichen Methodik zuzuschreiben.

Es sind noch Untersuchungen zur Feststellung des genauen Ortes jeder Pflanzenart in der angeführten Reihenfolge notwendig, so zum Beispiel von *Acer pseudoplatanus* L., da mit dieser Art wenig Experimente durchgeführt worden sind u. a. Die erhaltenen Daten erlauben jedenfalls einige Schlüsse.

Die Versuche zeigen die interessante Tatsache, dass bei der niedrigsten Bodenfeuchtigkeit Pflanzenarten mit einem untief verbreiteten Wurzelsystem absterben, wie Esche, Robinie und Gleditschia. Ihre Abwehrwaffe im Kampfe mit der Bodentrockenheit ist ihre physiologische Dürresistenz. Demgegenüber überwinden die (untersuchten) Arten mit tiefer eindringendem Wurzelsystem, in erster Linie also die Eichen, die sich durch eine geringere physiologische Dürresistenz auszeichnen, also eine höhere Absterbefeuchtigkeit aufweisen, die Trockenheitsperioden, indem sie Feuchtigkeit aus den tieferen Bodenhorizonten beziehen (den tieferen Bodenhorizonten entziehen).

Wie bereits angeführt wurde, sind die untersuchten Gräser bei einer Bodenfeuchtigkeit eingegangen, die unter der maximalen Hygroskopizität lag. Die meisten untersuchten Baumarten jedoch gehen bei einer Feuchtigkeit zugrunde, die über der maximalen Hygroskopizität liegt. Dies steht im Einklang mit der Auffassung von WILJAMS über den Rückzug des Waldes vor dem Einbruch der Steppengraspflanzen in trockene Gebiete. WILJAMS, der ein Anhänger der Ansicht über die Unabhängigkeit der toten Reserve von der Pflanzenart war (Bd I. S. 35), erklärt diesen Rückzug durch ökologische Veränderungen unter dem Einfluss der im Walde eingebürgerten Graspflanzen (Bd. II, S. 152). Die durchgeführten Experimente liefern eine physiologische Erklärung seiner Theorie, welche von den beiden Erklärungen in den verschiedenen gegebenen Fällen zutrifft, ist zu bestimmen.

Die folgenden Zahlenangaben geben den Wassergehalt in Prozenten des absoluten Trockengewichtes im Holzstoff aus der Mittelhöhe des Stammes von fünfjährigen Bäumen an, die im Freien in Nester gepflanzt worden waren und zwar so, dass jedes Nest je eine Pflanze einer Art aufwies, d. h. nach Möglichkeit bei gleichartigen Bodenverhältnissen im Abstand von 2 Metern zwischen den Nestern. Die Bestimmung wurde in der trockensten Jahreszeit am 2. Oktober vorgenommen (STOJANOV 1959):

<i>Fraxinus oxycarpa</i> WILLD.	39,9%
<i>Gleditschia triacanthos</i> L.	41,1%
<i>Quercus cerris</i> L.	48,1%
<i>Quercus robur</i> L.	55,6%
<i>Populus pyramidalis</i> ROZIER	63,9%
<i>Tilia platyphyllos</i> SCOP.	88,9%
<i>Pinus silvestris</i> L.	139,1%

Die Aufstellung hat dieselbe Reihenfolge wie bei der Absterbefeuchtigkeit, nur dass Linde eine grössere Abweichung aufweist.

PETRAČIČ (1956) stellt die Vitalität der Bäumchen fest, indem er den Prozentsatz des Einwurzeln ermittelt, nachdem dieselben eine gewisse Zeit vor dem Einpflanzen ungeschützt gegen Feuchtigkeitsabgabe gehalten wurden. Die allergrösste Vitalität zeigten seinen Untersuchungen zufolge *Robinia pseudoacacia* L., *Fraxinus excelsior* L. und *Fraxinus americana* L., gefolgt von *Quercus pedunculata* EHRH., *Quercus sessiliflora* SALISB., *Ulmus campestris* L. sowie *Sophora* L. und noch schwächer war die Vitalität von *Acer pseudoplatanus* L. wie auch besonders von *Fagus silvatica* L., d. h. es zeigte sich eine fast vollständige Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen betreffend die Absterbefeuchtigkeit und den Feuchtigkeitsgehalt des Holzstoffes während der Trockenperiode.

Weiterhin wurden verschiedene Weizenarten und Sorten untersucht (STOJANOV 1957a). Da die Differenzen zwischen den Daten der Absterbefeuchtigkeit zu gering sind, konnte die Methodik der direkten Messung der Bodenfeuchtigkeit keine Anwendung finden und es wurde aus diesem Grunde die Reihenfolge des Absterbens der in ein und dasselbe Gefäss ausgesähten verschiedenen Pflanzensorten gemäss den am Anfang der vorliegenden Arbeit erwähnten Experimenten festgestellt. Es wurden junge (15 bis 20 Tage alte) Pflanzen untersucht. Von den untersuchten Arten und Sorten ging bei höchster Bodenfeuchtigkeit *Triticum turgidum* L. ein, ihm folgte *Triticum durum* DESF. und danach *Triticum vulgare* VILL. Sorte Nr. 159. Bei der niedrigsten Bodenfeuchtigkeit gingen die Sorten Nr. 11 und Nr. 14 zugrunde, die restlichen Nr. 165, Nr. 301, Okerman und Sadowka nahmen eine mittlere Stelle ein, ohne dass eine detailliertere Abgrenzung bei der angewendeten Methodik gemacht werden konnte. Vielleicht würde dies bei strengerem Definieren der Experimentierbedingungen möglich sein, z. B. bei Berücksichtigung der Luftfeuchtigkeit, der Temperatur u. s. w. Wir stellen eine entsprechende Harmonie zwischen den ermittelten und den aus der Literatur bekannten Resultaten über die Dürresistenz dieser Weizensorten fest (POPOV, PAVLOV und POPOV 1954 u. a.). Wir nehmen an, dass diese Methodik bei der Selektion für die Auslese stärker abweichender Varianten Anwendung finden könnte. Als Beispiel führen wir einen unserer Versuche an:

Weizenart und -Sorte	Anzahl der überlebenden Pflanzen
<i>Triticum durum</i> TSCHIRPAN 13	12
<i>Triticum vulgare</i> Nr. 14	25
<i>Triticum turgidum</i> NEVROKOP	3
<i>Triticum vulgare</i> Nr. 301	18

Weitere Untersuchungen, welche in dieser Arbeit nicht erwähnt wurden, ergaben, dass die Absterbefeuchtigkeit auch durch verschiedene Chemikalien, Nährsalze, Spurenelemente u. a. beeinflusst werden kann (STOJANOV 1955, 1957b). Andere Versuche taten wiederum dar, dass man die Absterbefeuchtigkeit durch Züchtung in verschiedener Dichte der Bestände bei reiner und gemischter Aussaat beeinflussen könne (STOJANOV 1958).

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Ehrenpflicht Dr. Eva Petru für ihre aufopfernde Hilfe zu danken, die sie meiner Abhandlung gewährte.

Literatur

- FEDOROWSKIJ, D. V.: Zavisimost koeficienta zavjadanija ot vida rastenij i osmotičeskogo davljenja počvenogo rastvora. [Abhängigkeit des Welkungskoeffizienten von der Pflanzenart und dem osmotischen Druck der Bodenlösung.] — Potschvovedenije 1948 : 612—621, 1948.
- FOWELLS, N. A., KIRK, B. M.: Availability of soil moisture to Ponderosa pine. — Jour. Forestry 43 : 601—604, 1945.
- KISSELEV, N. N.: Dürresistenz und Saugkraft der Pflanzen. — Planta 23 : 760—773, 1935.
- MAXIMOV, L. A., KOMMERKO, E. S.: Vlijanije vlažnosti počvy na rost i fiziologičeskije procesy u rastenij. [Einfluss der Bodenfeuchtigkeit auf Wachstum und physiologische Vorgänge der Pflanzen.] — Pamjati akad. D. N. Prjaschnikova 1950 : 7—19, 1950.
- PETRAČIČ, A.: Vitalitet sadnica sofore. [Vitalität der Sophorensetzlinge.] — Glasnik za šumske pokuse. — Zagreb 1956, Kn. 12.
- POPOV, A., PAVLOV, K., POPOV, S.: Rastenievodstvo [Pflanzenzüchtung]. Sofia 1954.
- STEFANOV, B., STOJANOV, Ž.: Vărchu vlažnosta (koeficienta) na zagivaneto na rastenijata. [Über die Absterbefeuchtigkeit der Pflanzen.] — Izvestija na biologičeskija institut na BAN (gorska biologija). — Bull. Inst. Biol. 4 : 305—373, 1953.
- STOJANOV, Ž.: Vlijanie na njakoi soli vărchu vodnija režim na rastenijata (transpiracija, vlažnost na uvjachvane, vlažnost na zagivane). [Der Einfluss einiger Salze auf der Wasserregime der Pflanzen (Transpiration, Welkungsfeuchtigkeit, Absterbefeuchtigkeit)]. — Izvestija na instituta za gorata na BAN — Sofia (Bull. Inst. Forêts) 1 : 197—232, 1955.
- STOJANOV, Ž.: Vlažnost na zagivane na razlitschni vidove i sortove pschenici. [Absterbefeuchtigkeit verschiedener Weizen-Arten und Sorten.] — Izvestija na instituta za gorata na BAN — Sofia (Bull. Inst. Forêts) 2 : 511—517, 1957a.
- STOJANOV, Ž.: Izutschvanija vărchu vlijanieto na razlitschni chimikali vărchu vodnija režim na rastenijata. [Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Chemikalien auf den Wasserhaushalt der Pflanzen.] — Izvestija na instituta za gorata na BAN — Sofia (Bull. Inst. Forêts) 2 : 397—435, 1957b.
- STOJANOV, Ž.: Izutschvanija vărchu vegetativnata produkcija i vodnija režim na rastenijata, otgleždani v razlitschni gastoti, pri tšhist i smesen posev. [Untersuchungen über die vegetative Produktion und den Wasserhaushalt in verschiedener Dichte bei reiner und gemischter Aussaat gezüchteter Pflanzen.] — Izvestija na instituta za gorata na BAN — Sofia (Bull. Inst. Forêts) 3 : 73—111, 1958.
- STOJANOV, Ž.: Kăm văprosa za sādăržanieto na voda kato indikator za suchousto ptschivostta na rastenijata. [Zur Frage des Wassergehalts als Indikator der Dürrebeständigkeit der Pflanzen.] — Izvestija na instituta za gorata na BAN — Sofia (Bull. Inst. Forêts) 5 : 149—162, 1959.
- STONE, E. C., FOWELLS, H. A.: The survival value of dew as determined under laboratory conditions. I. Pinus ponderosa. — Forest Sci. 1 : 183—188, 1955.
- STONE, E. C.: Dew absorption by conifers. In Thiman K. V.: The Physiology of Forest Trees, pp. 125—151. — New York 1958.
- TUMANOV, I. I.: Ungenügende Wasserversorgung und das Welken der Pflanzen als Mittel zur Erhöhung ihrer Dürresistenz. — Planta 3 : 391—480, 1927.
- VEIHMEYER, F. J.: Soil moisture. — Hdb. Pflanzenphys. 3 : 64—123, 1956.
- WILJAMS, W. R.: Potschvovedenije [Bodenkunde]. Izbrannije sočinenija v dvuch tomach. — Moskva 1949.

Anschrift des Verfassers: Žarko Stojanov, Institut za gorata na BAN, kv. Stalin, ul. IV
Sofia, Bulgaria

BIOL. PLANT. 2 (2) : 79—87, 1960

Влажность почвы, при которой растения отмирают

Жарко Стоянов

Институт леса Болгарской Академии наук, София

Резюме

В работе описан простой метод, при помощи которого возможно вполне объективно определить критическую влажность почвы, при которой растения отмирают, в отличие от определения точки увядания, которое сопровождается субъективной ошибкой.

Опыты с подсолнечником, фасолью, кукурузой, пшеницей, гречихой, злаками, лесными культурами и разными видами и сортами пшеницы показали, что влажность почвы, при которой растения отмирают, у разных видов и сортов различна. Приводятся ссылки на другие работы автора (Стоянов 1955, 1957в и 1958), в которых показано, что данная критическая влажность меняется как в зависимости от густоты насаждения в монокультурах, так и в зависимости от состава насаждения в смешанных культурах, и дальше в зависимости от различных химических веществ и их концентрации.

Величины почвенной влажности, при которой растения отмирают, точнее точки постоянного увядания, важны не только для выживания растений во время засухи, но оказывают, повидимому, влияние и на урожай даже в тех случаях, когда не достигнуто данных значений почвенной влажности. Эти данные коррелируют с данными исследований Максимова и Комисерка, которые показали, что рост растений определяется также разной влажностью даже в интервале выше точки доступности почвенной влажности.