

UNIVERSITÄT HOHENHEIM

Institut für Pflanzenproduktion in den Tropen und Subtropen

Prof. Dr. Bruce E. Allison

Einfluß von Plastikmulch auf den Wasser- und Wärmehaushalt des Bodens sowie die Pflanzenentwicklung von Sorghumbeständen in der Negev-Wüste

Diplomarbeit

im Fach Allgemeine Agrarwissenschaften

eingereicht von

Bernhard Mühlig-Versen

Stuttgart-Hohenheim, im Dezember 1993

Diese Arbeit wurde gefördert aus Mitteln der
Vater und Sohn Eiselen-Stiftung, Ulm.

KURZFASSUNG

Die Landwirtschaft arider Klimate ist durch die zunehmende Knappheit des Faktors Wasser gekennzeichnet. Deswegen stellt in solchen Regionen das Erreichen der größtmöglichen Wasser-Nutzungs-Effizienz (WNE) ein wichtiges Produktionsziel dar. Durch die Verwendung von Plastikfolien als Bodenmulch kann unproduktiver Wasserverlust durch Evaporation vermieden werden. Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, die Wirkung von Folienmulch auf den Wasser- und Temperaturhaushalt des Bodens sowie die Pflanzenentwicklung zu untersuchen.

Während des Sommers 1992 wurde im zentralen Negevhochland ein Mulchexperiment mit bewässerten und unbewässerten Sorghumbeständen (*Sorghum bicolor* L. Moench) durchgeführt. Die Plastikmulchbehandlungen waren zwischen den Pflanzenreihen mit einer einfachen Lage transparenten bzw. schwarzen Polyethylens abgedeckt und wurden mit Varianten ohne Bodenoberflächenbehandlung verglichen. Vor der Aussaat wurde der Boden aller Parzellen bis 120 cm Tiefe auf Feldkapazität aufgesättigt. Den unbewässerten Behandlungen stand lediglich dieses Wasserreservoir für ihre Entwicklung zur Verfügung. Der Bodenwasservorrat der bewässerten Varianten wurde zusätzlich an 8 über die Vegetationsperiode verteilten Terminen wieder auf Feldkapazität aufgesättigt, um Wassermangelsymptome zu vermeiden. Die Bodenwasserprofile wurden in etwa einwöchigen Abständen mit einer Neutronensonde gemessen und bis zu einer Tiefe von 162 cm in volumetrische Wassergehalte umgerechnet. Die Bodentemperaturen wurden bis zu einer Tiefe von 10 cm mit Kupfer-Konstantan-Thermoelementen erfasst und mittels eines Dataloggers aufgezeichnet. Neben der Ernte wurden an sieben weiteren Terminen während der Vegetationsperiode Pflanzenproben genommen, um das Wachstum der oberirdischen Biomasse zu untersuchen. Die phänologische Entwicklung der Bestände wurde wöchentlich aufgenommen.

Bezüglich des Gesamtwasserverbrauchs unterschieden sich die Folienbehandlungen nicht statistisch signifikant von den jeweiligen unbedeckten Varianten,

wobei die Bewässerungen den Wasserverbrauch gegenüber den unbewässerten Parzellen signifikant erhöhten. Der zeitliche Verlauf der Wasseraufnahme der unbewässerten Behandlungen zeigte einen deutlichen Mulcheffekt. Während der ersten vier bis fünf Wochen nach Aussaat lag der Wasserverbrauch in den Mulchparzellen infolge der verringerten Evaporation niedriger als in den unbedeckten Behandlungen, danach setzte eine im Vergleich schnellere Wasseraus-schöpfung ein. Dies war die Folge eines durch eine stärkere Blattflächen- und Biomasseentwicklung erhöhten Transpirationsbedarfes. Die Folienfarbe spielte bezüglich der Wasseraufnahme keine Rolle. Diese Zusammenhänge lassen Rück-schlüsse auf eine in den Mulchbeständen gesteigerte Wurzelentwicklung während des vegetativen Wachstums zu. Die Wasseraufnahme verlief in den ungemulchten Behandlungen langsamer, aber stetiger, mit der Folge, daß hier erst später Wassermangelsymptome auftraten.

Die Anregung des frühen Pflanzenwachstums ist in erster Linie auf die unter Folienmulch deutlich erhöhten Bodentemperaturen zurückzuführen. Dabei waren die Tagestemperaturen unter transparenter Folie höher als unter schwarzem Plastik, nachts wirkten beide als Isolator gegenüber Abstrahlung in die Atmo-sphäre. Die Pflanzen beider Folienvarianten erreichten das 8-Blatt-Stadium 10 Tage früher als die ungemulchten Bestände und wiesen die maximale grüne Blattfläche zum Zeitpunkt des Fahnenblattschiebens auf. Die unbehandelten Vergleichsbestände zeigten zur Blüte die meiste photosynthetisch aktive Blatt-fläche. Der maximale Blattflächenindex der bewässerten Behandlungen war gegenüber den wassergestressten Varianten deutlich erhöht, wobei in beiden Fällen ein statistisch signifikanter Mulcheffekt zu erkennen war. Auch bezüglich der gesamten Trockenmasseproduktion unterschieden sich die Behandlungen statistisch signifikant hinsichtlich des Bewässerungseffektes und der Mulch-wirkung. Die Folienfarbe war auch hier in beiden Fällen unerheblich. Sowohl die bewässerten als auch die unbewässerten Mulchvarianten erhöhten die WNE um rund $5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ in Bezug auf die jeweilige unbedeckte Behandlung. Die WNE wurde generell durch Wasserstreß verringert.

ABSTRACT

Agriculture in arid climates is characterized by an increasing scarcity of water. Therefore the achievement of the highest possible water-use-efficiency (WUE) is the main issue for agricultural production in these regions. The use of plastic materials as surface mulch is a method to avoid unproductive waterloss due to evaporation. The objectives of this study were to examine the effects of foilmulches on the waterbalance and temperature regime of the soil and the canopy-development.

A mulch-experiment with both irrigated and nonirrigated sorghum crops (*Sorghum bicolor* L. Moench) was conducted in the central Negev-Highlands during the 1992 growing season. The mulch-treatments were covered between the rows with a single layer of transparent or black polyethylen-foil and were compared with plots without surface-cover. Prior to sowing the soilprofil of all treatments was watered to field capacity until a depth of 120 cm. The plants of the nonirrigated treatments were grown only on the stored water. The well-watered plots recieved 8 irrigations throughout the growing period to avoid water-stress-symptoms. The soil water profiles were measured weekly with a neutron-gauge and soil water contents were calculated until a depth of 162 cm. Soil temperatures were recorded with thermocouples in combination with a datalogger. Plant samples were taken seven times during the growing period and at harvest to examine the above-ground biomass production. The phenological development was observed in weekly intervals.

There was no statistical difference in the total water-use of the mulched and the uncovered treatments, whereas the water-use was significantly increased by the irrigations. The nonirrigated treatments showed a clearly visible mulcheffect concerning the water depletion. During the first five weeks after sowing the water contents in the foil covered plots were higher than in the bare treatments due to the diminished evaporation.

VII

Afterwards the waterdepletion of the mulched treatments was increased due to a higher transpiration demand by accelerated plant growth and enhanced leaf area development. The foil colour didn't affect the waterbalance. These findings lead to the conclusion, that root development in the mulch-treatments during the period of vegetative growth was positively influenced, too. The bare plots showed smaller, but more continous water-uptake rates, with the consequence, that water-stress-symptoms appeared later than in the mulched treatments. The higher soiltemperatures under plasticmulch are responsible for the stimulation of early plantgrowth. Daytemperatures were higher under transparent than under black polyethylen-foil, during nighttime both materials could equally retain some of the soil heat due to the insulating effect of the foil against emmission of energy from the surface to the colder atmosphere.

The plants of both mulch-treatments reached the 8-leaf-stage 10 days earlier than the canopies without surface cover. They showed the maximum green leaf area during the appearance of the flag leaf, whereas the bare treatments attained that point at flowering. The maximum leaf-area-index of the irrigated canopies was significantly higher than the one of the waterstressed plots, with a significant mulcheffect in both cases. There was also a significant irrigation- and mulcheffect concerning total dry matter production. The color of the plastic was of no importance. The irrigated and the nonirrigated mulch-treatments increased the WUE by $5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ in comparison to the bare plots. Water-use-efficiency was reduced by water-stress.