

## **Zadanie 102 Opracowanie genetycznych, fizjologicznych i biochemicznych podstaw tolerancji ogórka na stres niedoboru wody**

W roku 2017 badania prowadzono w ramach dwóch tematów badawczych.

### *Temat badawczy 1*

#### Ocena parametrów fizjologicznych i morfologicznych w różnych fazach wzrostu i rozwoju ogórka uprawianego w warunkach stresu suszy oraz optymalnej wilgotności gleby.

W fazie owocowania oceniono parametry fizjologiczne i morfologiczne 10 linii ogórka uprawianych w szklarni w warunkach stresu suszy glebowej (-)40 kPa oraz optymalnej wilgotności gleby (-)5 kPa. Deficytowy poziom wilgotności wprowadzono od momentu zawiązywania pierwszych owoców i po siedmiu dniach oceniono natężenie fotosyntezy, transpiracji, przewodność szparkową, fluorescencję i zawartość względną chlorofilu. W dalszym etapie doświadczenia połowę stresowanych roślin poddano optymalnemu nawodnieniu (-)5 kPa celem zbadania zdolności do regeneracji, natomiast druga połowa roślin nadal podlegała działaniu suszy glebowej na poziomie ok. (-)40 kPa. Po 5 dniach ponownie przeprowadzono ocenę wymienionych wcześniej parametrów fizjologicznych oraz dokonano pomiarów wysokości roślin, masy korzenia i masy części nadziemnej (łodyga, liście, kwiaty i zawiązki owoców). W trakcie trwania doświadczenia sukcesywnie zbierano i ważono owoce w celu oceny wpływu stresu suszy na wielkość plonowania badanych linii ogórka.

Stres suszy spowodował znaczne obniżenie fotosyntezy, transpiracji i przewodności szparkowej u wszystkich linii ogórka w fazie owocowania. Najniższe wartości tych parametrów zanotowano u DM 97, SU 2, SU 1 i PW 1, co wskazuje na dużą wrażliwość tych linii na niedobór wody. Natomiast najmniejszą redukcję badanych parametrów fizjologicznych stwierdzono u B 3 i B 8. Wyniki zdolności do regeneracji linii ogórka poddanych po stresie suszy ponownie optymalnemu nawodnieniu, potwierdziły dużą wrażliwość tego gatunku na niedobór wody i niewielką skuteczność mechanizmów naprawczych. Zanotowane dla niektórych linii wyższe wartości przewodności szparkowej wskazują na przywrócenie do pewnego stopnia wymiany gazowej. Jednak utrzymujące się, silne zahamowanie fotosyntezy świadczy o wyraźnym ograniczeniu przebiegu procesów metabolicznych. Linia PW 7, jako jedyna spośród badanych, charakteryzowała się znacznym zwiększeniem wartości wszystkich parametrów fizjologicznych w czasie regeneracji, co może wskazywać na niewielkie uszkodzenie aparatu fotosyntetycznego wywołane niedoborem wody i dzięki temu szybszą regenerację.

Deficyt wody ograniczył wzrost i rozwój roślin wszystkich linii ogórka w fazie owocowania, co znalazło odzwierciedlenie w redukcji wszystkich ocenianych parametrów morfologicznych. Najsilniej została obniżona masa owoców, a najmniej – wysokość roślin.

Porównano dynamikę wzrostu oraz wielkości systemu korzeniowego 12 linii ogórka w fazie rozsady rosnących w ryzoboksach w warunkach suszy glebowej oraz optymalnego nawadniania. W trakcie uprawy roślin skanowano ich systemy korzeniowe. Analiza zeskanowanych obrazów z wykorzystaniem programów ImageJ oraz WinRHIZO wykazała różnice w dynamice wzrostu systemów korzeniowych u linii niezależnie od warunków testowania. Niedobór wody stymulował wzrost korzeni u 6 linii, spośród których wyróżniły się 2 linie PW 2 i SU 9, których długość korzenia była większa względem kontroli odpowiednio o 79 i 66%, co może wskazywać na ich wyższy poziom tolerancji na stres suszy. Po 6 tygodniach badań dokonano pomiarów wysokości roślin, powierzchni liścia, świeżej masy korzenia i masy części nadziemnej roślin. Największą średnią redukcję w warunkach stresu deficytu wody stwierdzono dla masy części nadziemnej (56%), następnie dla wysokości roślin (51%), powierzchni liścia (40%), masy korzenia (39%), natomiast w

przypadku długości korzenia obserwowano średni wzrost o 11% względem optymalnie nawadnianych roślin.

### *Temat badawczy 2*

#### Oznaczenia wybranych parametrów biochemicznych w reakcji wybranych genotypów ogórka na stres suszy (faza owocowania)

Celem badań było określenie parametrów biochemicznych związanych z reakcją 10 linii ogórka na stres deficytu wody zadany w fazie owocowania. Wzrost roślin utrzymywano w optymalnej wilgotności podłoża (-)5 kPa do czasu pojawienia się inicjalnych zawiązków owoców. Od tego momentu wprowadzono niedobór wody indukujący stres suszy na poziomie (-)40 kPa, który utrzymywano przez 7 dni. Ostatniego dnia trwania suszy oceniono reakcję roślin ogórka na stres spowodowany deficytem wody. W tym celu oznaczono w liściach następujące parametry: względną zawartość wody (RWC), zawartość reaktywnych form tlenu: rodników nadtlenkowego ( $O_2^{\cdot-}$ ) i hydroksylowego ( $OH^{\cdot}$ ), aktywność enzymów roślinnego układu antyoksydacyjnego (peroksydaza gwajakolowa GPX, dysmutaza ponadtlenkowa SOD, katalaza CAT, peroksydaza askorbinianowa APX) oraz zawartość poliamin (putrescyny PUT, spermidyny SPD, sperminy SPM, kadaweryny CAD).

Stres suszy glebowej wywołał spadek potencjału wody w podłożu i obniżenie względnej zawartości wody (RWC) w tkankach liści badanych linii ogórka. Wskutek spadku RWC wywołanym deficytem wody u wszystkich genotypów ogórka wystąpił wzrost zarówno rodnika ponadtlenkowego ( $O_2^{\cdot-}$ ), jak i rodnika hydroksylowego ( $OH^{\cdot}$ ), przy czym średni wzrost względem kontroli dla wszystkich linii był wyraźnie większy dla  $O_2^{\cdot-}$  niż dla  $OH^{\cdot}$ . Największe generowanie rodnika  $O_2^{\cdot-}$  w porównaniu z kontrolą obserwowano u linii SU 2 (811,1%), a w przypadku  $OH^{\cdot}$  u linii B 8 (385%). Najniższą aktywność oba rodniki wykazały u PW 7. W odpowiedzi na zmiany zawartości reaktywnych form tlenu doszło do wzrostu aktywności enzymów antyoksydacyjnych. Stwierdzono, że usuwanie reaktywnych form tlenu dokonywało się na drodze enzymatycznej głównie dzięki aktywności GPX i SOD oraz w niewielkim stopniu dzięki aktywności APX i CAT.

Deficyt wody spowodował również zróżnicowaną akumulację poliamin w liściach ogórka w fazie owocowania. Największą zawartość i największe zmiany w poziomie poszczególnych poliamin wskutek niedoboru wody u większości linii stwierdzono w przypadku SPD i CAD, znacznie mniejsze dla PUT, a najniższe dla SPM. Tendencja ta najbardziej obserwowana była w liniach SU 9, SU 1, SU 2, B 3, B 8 i przełożyła się dodatkowo na sumaryczną zawartość oznaczanych poliamin, wzrost których w stosunku do kontroli był największy w przypadku linii SU 1 (440%).

Poster prezentowany na międzynarodowej konferencji: SOLCUC2017: The XIV Solanaceae and III Cucurbitaceae Genomics Joint Conference, Walencja, Hiszpania, 3-6 września 2017

## Genotypic differences in some morphological traits of cucumber seedlings under drought stress



Urszula KŁOSIŃSKA, Elżbieta U. KOZIK, Krzysztof KLAMKOWSKI, Waldemar TREDER  
Research Institute of Horticulture, Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice, Poland

### Objective

The objective of this study was to investigate the effect of drought on morphological parameters (total root length and weight, plant height, leaf area, fresh weight) in ten cucumber cultivars grown in rhizoboxes with reduced water conditions compared to a control.

### Materials and Methods

The study was carried out in a greenhouse of the Research Institute of Horticulture in Skierniewice, Poland. The object of investigation were ten cucumber cultivars: SU 1, SU 2, SU 3, SU 4, SU 5, SU 7, SU 9, PW 1, PW 2, PW 2A. Seeds were seeded individually to specially designed glass rhizoboxes (295 x 210 x 10 mm), filled with peat substrate. Plants were subjected to two different water regimes: optimal irrigation (-5 kPa, control) and reduced irrigation level (-40 kPa, stress treatment). The reduced irrigation was applied when cotyledons were developed. Three times in weekly intervals, rhizoboxes were scanned to determine growth dynamics of the root system. The total root length was measured using a WinRhizo image analysis software (Regent Instruments, Canada). After 4 weeks measurements of plant height, leaf area, and fresh weight were made. The leaf surface area was measured using a WinDIAS image analysis system (Delta-T Devices, UK).



Rhizoboxes with cucumber plants at seedling stage

### Results

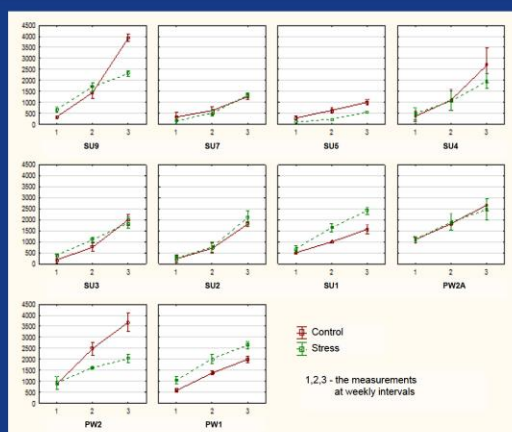


Figure 1. Growth dynamics of root for ten cucumber cultivars under optimal irrigation (-5 kPa, control) and under reduced irrigation (-40 kPa, stress).

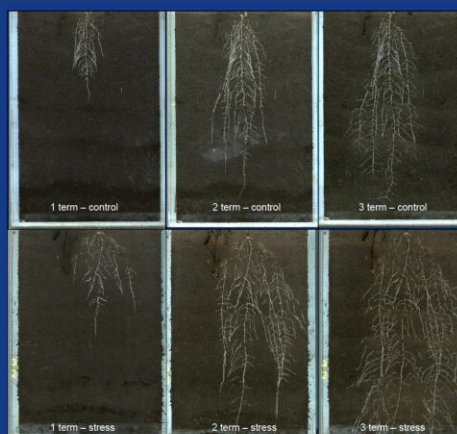


Figure 2. Root growth of SU 1 cultivar under optimal irrigation (-5 kPa, control) and under reduced irrigation (-40 kPa, stress).



Figure 3. Percent decrease in total root length (a), fresh root weight (b), plant height (c), fresh plant weight (d), leaf area (e) under reduced irrigation (-40 kPa, stress treatment) in comparison to optimal irrigation (-5 kPa, control treatment).

### Conclusions

- Cucumber cultivars differed significantly according to morphological traits in their response to water deficiency (Figure 1, 2, 3).
- Drought stress increased total root length in SU 1, SU 2 and PW 1, respectively by 54, 40, and 34%, while the root development in other cultivars was retarded by 8-40% (Figure 3a). In the remaining morphological parameters (plant height, leaf area, fresh plant and root weight) significant differences between control and stressed plants were also observed for most of the cultivars. The highest average reduction was found for fresh root weight (64%), leaf area (60%), fresh plant weight (55%) and the lowest for plant height (32%) (Figure 3b-e).
- Among examined cultivars, SU 1 and SU 2 appeared to be the most drought tolerant, as indicated by both growth root stimulation in stress conditions and the lowest reduction in morphological parameters.

### Acknowledgments

This study was supported by the Polish Ministry of Agriculture and Rural Development Grant # 102, "Development of genetic, physiological and biochemical basis of cucumber tolerance to water deficit stress". The authors thank our associates Ewa Matysiak, Ewa Baigazin, Katarzyna Wójcik, and Aleksandra Zbudniewek for excellent technical assistance.



Poster prezentowany na międzynarodowej konferencji: SOLCUC2017: The XIV Solanaceae and III Cucurbitaceae Genomics Joint Conference, Walencja, Hiszpania, 3-6 września 2017

## Physiological responses of cucumber plants to water deficit



Urszula KŁOSIŃSKA, Elżbieta U. KOZIK, Krzysztof KLAMKOWSKI, Waldemar TREDER  
Research Institute of Horticulture, Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice, Poland

### Objective

The objective of this study was to investigate the effect of drought on physiological parameters of eight cucumber cultivars grown in a greenhouse at first true leaves and flowering stages.

### Materials and Methods

The study was carried out in a greenhouse of the Research Institute of Horticulture in Skierniewice, Poland. The object of investigation were eight cucumber cultivars: PW 1, PW 2A, PW 7, SU 1, SU 2, SU 8, SU 9, DM 97. Plants were subjected to two different water regimes: optimal irrigation (-5 kPa, control), and reduced irrigation level (-40 kPa, stress treatment). The reduced irrigation was applied in Experiment I (first true leaves stage) from the development of cotyledons, while in Experiment II (flowering phase) - from the initial appearance of flower buds in the first 5 nodes. Plants were grown under water stress for 7 and 10 days, for the seedling and flowering phases, respectively. Measurements of transpiration and photosynthetic rate, stomatal conductance, chlorophyll fluorescence parameter Fv/Fm, and relative amount of chlorophyll were performed twice since reduced irrigation was applied.

### Results



Figure 1. Physiological parameters of eight cucumber cultivars grown under optimal irrigation (-5 kPa, control) and reduced irrigation level (-40 kPa, stress) in the first true leaves (a-e) and flowering (f-j) stages. Data means (bars) and respective SDs are shown.

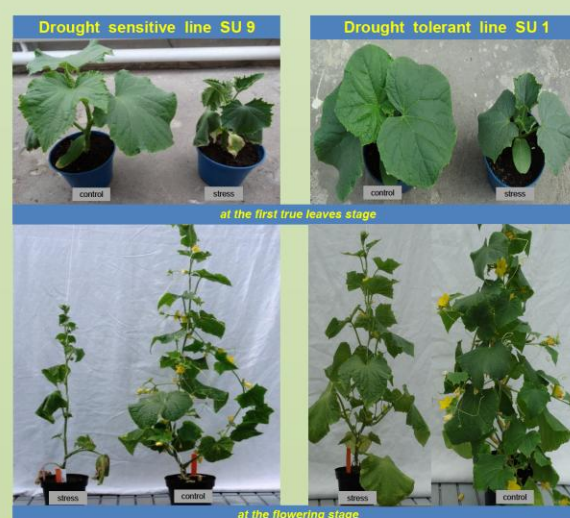


Figure 2. Reaction of drought sensitive line SU 9 and drought tolerant line SU 1 to reduced irrigation (-40 kPa, stress) in comparison with optimal irrigation (-5 kPa, control).

### Conclusions

- All cultivars presented the significant decrease in the majority of tested physiological parameters in the flowering stage in comparison to seedlings stage (Figure 1). It could indicate on higher sensitivity of cucumber plants to drought stress during flowering stage.
- Among tested cultivars, SU 1 and SU 2 appeared to be the most drought tolerant in both developmental stages, as indicated by both the lowest reduction in physiological parameters and no wilting symptoms (Figure 2).
- Based on the data obtained, we concluded that the three parameters: transpiration and photosynthetic rate, stomatal conductance are good indicators of drought tolerance/sensitivity in cucumber.

### Acknowledgements

This study was supported by the Polish Ministry of Agriculture and Rural Development Grant # 102, "Development of genetic, physiological and biochemical basis of cucumber tolerance to water deficit stress". The authors thank our associates Ewa Matysiak, Ewa Baigazin, Katarzyna Wójcik, and Aleksandra Zbudniewek for excellent technical assistance.

Poster I

Title: Genotypic differences in some morphological traits of cucumber seedlings under drought stress.

Authors: Urszula Kłosińska, Elżbieta U. Kozik, Krzysztof Klamkowski, Waldemar Treder  
Research Institute of Horticulture, Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice, Poland

Cucumber is a plant having a large demand for water. This is caused by a shallow root system, large leaf area and fruit having a high water content. We studied the effects of drought on morphological parameters (total root length and weight, plant height, leaf area, fresh weight) in ten cucumber cultigens grown in rhizoboxes with reduced water conditions (-40 kPa) compared to a control (-5 kPa) in a greenhouse. Plants were measured once a week to determine the root growth. Cucumber accessions differed in their response to water deficiency. Drought stress increased total root length in SU 1, SU 2 and PW 1, respectively by 54, 40, and 34%, while the root development in other cultigens was retarded by 8-40%. Significant differences between control and stressed plants were also observed in the remaining morphological parameters (plant height, leaf area, fresh weight and root weight) for most of the cultigens. The highest average reduction have been found for root weight (64%), leaf area (60%), fresh weight (55%) and the lowest for plant height (32%). Among examined cultigens, SU 1 and SU 2 appeared to be the most drought tolerant, as indicated by both growth root stimulation in stress conditions and the lowest reduction in morphological parameters.

Keywords: biometric traits, *Cucumis sativus*, water deficiency

Poster II

Title: Physiological responses of cucumber plants to water deficit

Authors: Urszula Kłosińska, Elżbieta U. Kozik, Krzysztof Klamkowski, Waldemar Treder  
Research Institute of Horticulture, Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice, Poland

Drought is one of the most common environmental factors reducing plant growth and development in many regions of the world. The objective of this study was to investigate the effect of drought on physiological parameters of eight cucumber cultigens grown in a greenhouse at seedling and flowering stages. We examined transpiration and photosynthetic rate, stomatal conductance, chlorophyll fluorescence parameter Fv/Fm, and relative amount of chlorophyll at two irrigation treatments: optimal (-5 kPa) and reduced irrigation level (-40 kPa). Our results showed that all cultigens presented the significant decrease in the majority of tested physiological parameters in the flowering stage in comparison to seedlings stage. It could indicate on higher sensitivity of cucumber plants to drought stress during flowering stage. Among tested accessions, SU 1 and SU 2 appeared to be the most drought tolerant in both developmental stages, as indicated by both the lowest reduction in physiological parameters and no wilting symptoms. In summary, based on the data obtained, we concluded that the three parameters: transpiration and photosynthetic rate, stomatal conductance are good indicators of drought tolerance/sensitivity in cucumber.