

Wirkung elektrischer Felder

Mungbohnen reagieren auf elektrische 50-Hz-Felder

Verschieden starke niederfrequente elektrische Felder wirken bei Mungbohnen in verschiedener Weise auf das frühe Wachstum der Keimlinge ein. Bei geringer Feldstärke kommt es zu einer Hemmung, bei hohen Feldstärken zu einer Steigerung des Wachstums. Die stärkste negative Wirkung wurde bei 450 V/m erreicht. Das ist ein Wert unterhalb des Grenzwertes.

Die Wirkung von elektrischen Feldern wird seit mehr als 30 Jahren erforscht, auch um sie in der Medizin zu nutzen. Die WHO hat Experimente mit einfachen Testsystemen nachgefragt, die mit einfachen Modell-Organismen gemacht werden können. Es sollen gut kontrollierbare Bedingungen geschaffen werden. Seit einiger Zeit werden auch Pflanzen als Forschungsobjekte eingesetzt. Man weiß, dass besonders das Wurzelwachstum durch elektrische Felder beeinflusst wird, aber es gibt kein schlüssiges Modell, auf welche Weise die biologischen Prozesse beeinflusst werden. Um die Beziehung zwischen Intensität des elektrischen Feldes und der biologischen Reaktion zu erforschen, wurden in diesem Experiment je 23 Samen (Kontrolle und befeldete) der Mungbohne (*Vigna radiata*) bei Raumtemperatur im Dunkeln aufgezogen (Keimungsrate 98 % nach 7 Tagen). Die Pflanzen wurden in einer abgeschirmten Kammer mit verschiedenen starken elektrischen Feldern behandelt (2525, 1263, 893, 714, 536, 446, 268 und 125 V/m). Die durchschnittlich absorbierte Stromleistung in den Pflanzen betrug zwischen 10 und 80 μ W, das Maximum 40 bis 120 μ W. Eine thermische Wirkung ist auszuschließen, ebenso ionisierende. Die Stromstärke erreichte einen Maximalwert von 1 μ A, das Magnetfeld betrug in der Kammer 4 pT (Picotesla). Die Experimente dauerten insgesamt mehr als 2 Jahre, damit die jahreszeitlichen Schwankungen erfasst werden konnten. Die experimentellen Prozeduren wurden in diesem Zeitraum 4–8-fach jeweils 1 Woche lang durchgeführt (45 Wochen). Im Verlauf der Experimente wurde das Längenwachstum der Pflanzen ab dem 3. Tag gemessen und das relative Wachstum der befeldeten Pflanzen zu den Kontrollpflanzen aufgezeichnet.

Die deutlichsten, statistisch signifikanten Unterschiede waren bei 2525 und 446 V/m zu sehen. Bei 2525 V/m wuchsen die befeldeten Keimlinge schneller als die Kontrollpflanzen, bei 446 V/m nahm das relative Wachstum am stärksten ab, d. h. es gab eine Wachstumshemmung. Steigende Feldintensität erzeugte zunächst eine negative (268–536 V/m), dann eine positive Wirkung auf das Wachstum (714–2525 V/m).

Die entgegengesetzten Reaktionen der Pflanzen auf die verschiedenen Feldstärkeintensitäten können zur Klärung der widersprüchlichen Ergebnisse der bislang vorhandenen Studien beitragen. Und vielleicht können dadurch die Wechselwirkungen zwischen biologischen Systemen und elektrischen Feldern besser verstanden werden. Bemerkenswert ist, dass die Reaktionen der Pflanzen bei Feldintensitäten auftraten, die 2 Größenordnungen unterhalb der Werte liegen, denen man eine Wirkung zuschreibt. Sie liegen also unterhalb der Grenzwerte, so dass die Höhe der Grenzwerte auf internationaler Ebene überprüft werden sollten, empfehlen die Autoren.

Quelle: Costanzo E (2011): Influence of Extremely Low-Frequency Electric Fields on the Growth of Seedlings. *Bioelectromagnetics* 32, 589–592

Mobilfunkforschung

Wirkung von Mobilfunkstrahlung auf Endothelzellen

Mit Hilfe der Proteomics wurde analysiert, welche Auswirkungen Kurzzeit-Bestrahlung mit Mobilfunkfrequenzen von 900 und 1800 MHz auf vier verschiedene Zelltypen von menschlichen Endothelzellen hat. Die Veränderungen waren sehr unterschiedlich, je nach Zelltyp, angewandter Methode, Expositionsbedingung und Frequenz.

Mit Proteomics kann man mehrere Tausend Proteine gleichzeitig untersuchen, so dass man einen Überblick über viele gleichzeitig stattfindende Ereignisse bekommt. Im Test waren zwei Zelllinien (EA.hy926 und EA.hy926v1) und zwei Primärzelltypen (von kleinen Hirngefäßen, HBMEC, und von Nabelschnurvenen, HUVEC), die mit 900 und 1800 MHz je 1 Stunde bestrahlt wurden (SAR durchschnittlich 2,4 W/kg, 15 % der Zellen bekamen mehr als 3 W/kg ab und 0,7 % über 5 W/kg). Danach wurden die Zellen sofort untersucht. Es gab 10 Wiederholungen von Test- und scheinbestrahlten Zellen. Insgesamt waren nach der Bestrahlung 38 Proteine signifikant um das 0,08- bis 8,9-fache verändert. Der überzeugendste Beweis für Wirkungen auf Zellebene wurde sichtbar in der Vimentin-Expression nach 900-MHz-Bestrahlung. Vimentin trat in mindestens 2 Varianten auf (2,5- bzw. 2,2-fach erhöht) und die eine Variante war nur in der bestrahlten Probe vorhanden, nicht in der scheinbestrahlten. Im Proteom der Zelllinie EA.hy926 wurden nach 900-MHz-Bestrahlung Veränderungen entdeckt, die z. T. mit anderen Methoden bestätigt wurden. Das Proteom von EA.hy926v1-Zellen war auch verändert worden, aber anders als das von EA.hy926-Zellen, obwohl beide Zelltypen denselben Ursprung haben. Nur geringe Veränderungen wurden in den EA.hy926-Zellen nach 1800-MHz-Strahlung erzeugt, auch die Anzahl der veränderten Proteine war geringer als bei 900 MHz und es waren andere Proteine. Bei den Primärzellen war nach 1800-MHz-Behandlung je nach der angewandten Methode eine Beeinflussung zu sehen oder nicht.

Es gibt mehrere Erklärungen dafür: ungleiche SAR-Verteilung (0,7 % der Zellen bekamen mehr als 5 W/kg ab) oder die neuen verbesserten Testmethoden führen zu weniger falsch positiven Ergebnissen. Es könnten auch spontane Modifikationen auftreten, die bekanntermaßen in zu lange kultivierten Zelllinien vorkommen. EA.hy926-Zellen haben eine abnorme Chromosomenzahl von etwa 80; sie basieren auf HUVEC-Zellen, die oft ihre Chromosomenzahl wechseln. Das würde auch die veränderte Reaktion der EA.hy926v1-Zellen erklären, die eine Variante der EA.hy926-Zellen sind, aber ein anderes Wachstumsverhalten mit genetischer Instabilität haben. Die Reaktion der Zellen auf Mobilfunkstrahlung hängt vom Zelltyp, der Zellphase und den Expositionsbedingungen ab. Derzeit sind gesundheitliche Wirkungen weder zu bestätigen noch auszuschließen. Was diese Studie allerdings nicht berücksichtigt ist erstens die spontane genetische Variation der Zelllinien, zweitens ist nur eine Bestrahlungsintensität (durchschnittlich um 2 W/kg) angewendet worden und drittens wurden die Zellen unmittelbar nach der Bestrahlung untersucht. Mehrere Experimente hatten ergeben, dass Wirkungen erst einige Stunden nach der Bestrahlung auftreten, aber keine direkt nach Beendigung der Bestrahlung.

Quelle: Reetta Nylund (2011): Proteomics analysis of human endothelial cells after short-term exposure to mobile phone radiation. Stuk-A250, Dissertation, 178 Seiten (STUK – Radiation and Nuclear Safety Authority, Aalto University School of Science)