

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 201 «Агрономія»

Допускається до захисту
Зав. кафедри землеробства, агрохімії та
грунтознавства
професор _____ Леся КАРПУК
29 жовтня 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Виконав (ла) Дідусенко Сергій Олександрович
прізвище, ім'я, по батькові, підпис

Керівник професор Карпук Л.М.
вчене звання, прізвище, ініціали підпис

Рецензент доцент Єзерковська Л.В.
вчене звання, прізвище, ініціали підпис

Я, _____ (ПІБ здобувача), засвічую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Агробіотехнологічний
Спеціальність 201 Агрономія

Затверджую

Гарант ОП «Агрономія»

професор _____ М.Б. Грабовський
29 жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувача

Дідусенко Сергій Олександрович

Тема: Особливості формування продуктивності буряків цукрових залежно від елементів технології вирощування

Затверджено наказом ректора № ____ від _____
Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи в деканат: до «__» _____ 20__ р.
Перелік питань, що розробляються в роботі. Агрохімічний моніторинг дослідної земельної площі, погодно-кліматичні дані (кількість опадів, температура повітря, гідротермічний коефіцієнт, результати лабораторних та польових досліджень, економічні та статистичні звіти господарства)

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	до 06.09.2024	виконано
Методична частина	до 17.09.2024	виконано
Дослідницька частина	до 23.10.2024	виконано
Оформлення роботи	до 31.10.2024	виконано
Перевірка на схожість	до 25.10.2024	виконано
Подання на рецензування	до 31.10.2024	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	28.10.2024	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи

підпис

Здобувач

підпис

професор Карпук Л.М.

вчене звання, прізвище, ініціали

Дідусенко С.О.

прізвище, ініціали

Дата отримання завдання «03» вересня 2023 р.

АНОТАЦІЯ

Дідусенко С.О. «Особливості формування продуктивності буряків цукрових залежно від елементів технології вирощування» – на правах рукопису.

Дипломна робота за спеціальністю 201 – «Агрономія», ОС магістр. – Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, 2024.

Дослідження показало, що в середньому за 2023–2024 рр. застосування традиційного органічного удобрення сприяло формуванню оптимальних параметрів висоти рослин. На фоні внесення гідрогелю AQUASORB висота рослин становила 15,2 см, а без внесення гідрогелю – 15,0 см. Максимальну висоту рослин (15,7 см) зафіксовано за використання Леонардиту у поєднанні з гідрогелем.

Внесення гідрогелю AQUASORB у зону рядка до сівби (300 кг/га) позитивно впливало на довжину головного кореня, яка становила 3,9–5,1 см незалежно від варіанту удобрення. Це свідчить про стимуляцію ростових процесів за рахунок додаткової вологи в зоні насінини.

У фазі технічної стиглості буряків цукрових (ВВСН 49) маса одного коренеплоду становила 488,1 г. При цьому середні показники варіантів із використанням вологоутримувача перевищували контрольні на 12,4 г. На варіантах без вологоутримувача, за застосування удобрення Паросток (марка 20), маса коренеплодів становила 507,3–512,3 г. Найвищу ефективність показали варіанти з внесенням гідрогелю: удобрення Леонардитом (400 кг/га) забезпечило масу коренеплодів 527,4–530,5 г, а Паросток (марка 20, 400 кг/га) – 536,2–539,6 г.

Позакореневе підживлення препаратом Гуміфілд, в.г. (2 кг/га, фази ВВСН 30+39) впливало на масу коренеплоду в межах статистичної похибки.

Ключові слова: буряки цукрові, вологоутримувачі.

ANNOTATION

Didusenko S.O. "Features of formation of sugar beet productivity depending on the elements of cultivation technology" - copyright of the manuscript.

Diploma thesis in specialty 201 - "Agronomy", EL Master. – Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, 2024.

The study revealed that, on average, during 2023–2024, the application of traditional organic fertilisers facilitated the formation of optimal plant height parameters. When the AQUASORB hydrogel was applied, the average plant height reached 15.2 cm, compared to 15.0 cm without the hydrogel. The highest plant height (15.7 cm) was recorded when Leonardite was used in conjunction with the hydrogel. Furthermore, the pre-sowing application of AQUASORB hydrogel in the row zone (300 kg/ha) significantly improved the main root length, which ranged from 3.9 to 5.1 cm across all fertiliser treatments. This improvement highlights the role of additional moisture in the seed zone in stimulating growth processes.

In the technical ripeness phase of sugar beet (VVSN 49), the average weight of a single root crop was 488.1 g. Variants with the moisture retainer demonstrated an average weight increase of 12.4 g compared to the control. In treatments without the moisture retainer, the use of the fertiliser Parostok (grade 20) resulted in root crop weights ranging from 507.3 to 512.3 g. Conversely, when the moisture retainer was incorporated, the combination with Leonardite (400 kg/ha) yielded root weights of 527.4–530.5 g, while Parostok (grade 20, 400 kg/ha) resulted in the highest root weights of 536.2–539.6 g.

It is also noteworthy that foliar fertilisation with Humifield, v.g., 2 kg/ha (applied at VVSN stages 30 and 39) caused changes in root mass that remained within the margin of experimental error.

Key words: sugar beet, moisture retainers.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
	1.1. Господарське значення, історія походження буряків цукрових	
	1.2. Біологічні та морфологічні особливості буряків цукрових	
РОЗДІЛ 2	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	16
	2.1. Ґрунтово-кліматичні умови господарства	16
	2.2. Методика проведення досліджень	20
РОЗДІЛ 3	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
РОЗДІЛ 4	ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ДОСЛІДЖУВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ	37
ВИСНОВКИ		50
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		52
ДОДАТКИ		58

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bu H., Sharma L.K., Denton A., Franzen D.W. Comparison of Satellite Imagery and Ground-Based Active Optical Sensors as Yield Predictors in Sugar Beet, Spring Wheat, Corn, and Sunflower. *Agron. J.* 2017, 109, 299–308.
2. Manderscheid R., Pacholski A., Weigel H.-J. Effect of free air carbon dioxide enrichment combined with two nitrogen levels on growth, yield and yield quality of sugar beet: Evidence for a sink limitation of beet growth under elevated CO₂. *Eur. J. Agron.* 2010, 32, 228–239.
3. Meisinger J.J., Schepers J., Raun W. Crop nitrogen requirement and fertilization. In *Nitrogen in Agricultural Systems*, Schepers J.S., Raun W.R., Ed.; ASA-CSSA-SSSAJ: Madison, WI, USA, 2008; pp. 563–612.
4. Bloch D., Hoffman C. Seasonal development of genotypic differences in sugar beet and their interaction with water supply. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 2005. 191: 263–272.
5. Allison, M.F., Jaggard, K.W. and Armstrong, M.J. Time of application and chemical form of potassium, phosphorus, magnesium and sodium fertilizers and effects on the growth, yield and quality of sugar beet. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 1994. 123, 61-70.
6. Croft H., Chen J.M., Zhang Y., Simic A., Noland T.L., Nesbitt N., Arabian J. Evaluating leaf chlorophyll content prediction from multispectral remote sensing data within a physically-based modelling framework. *Isprs J. Photogramm. Remote Sens.* 2015, 102, 85–95.
7. Hoffmann C. Changes in N composition of sugar beet varieties in response to increasing N supply. *J. Agron. Crop Sci.*, 2005. 191: 138-145.
8. Barbanti J., Bettini G., Ciufreda G., Fabbri A., Gabellini E. Enhancing irrigation water use efficiency to reinforce sugar beet competitiveness in northern Italy. In *IIRB 72 Congress*, Copenhagen. 2010.

9. Dutton, J., and Huijbregts, T. Root quality and processing. p. 409-442. In A.P. Draycott (ed.) Sugar beet. Blackwell Publ., Oxford, 2006. UK. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470751114.ch16>
10. Fabeiro C., Martí'n de Santa Olalla F., Lo'pez R., Domí'guez A. Production and quality of the sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivated under controlled deficit irrigation conditions in a semiarid climate. *Agricultural Water Management*, 2003. no 62. 215–227.
11. Eckhoff, J.L.A. Sugarbeet response to nitrogen at four harvest dates. *Journal of Sugar Beet Research* 1999. 36, p. 33-45. <http://dx.doi.org/10.5274/jsbr.36.4.33>
12. Launay M., Guerif M. Assimilating remote sensing data into a crop model to improve predictive performance for spatial applications. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2005, 111, 321–339.
13. Jay S., Maupas F., Bendoula R., Gorretta N. Retrieving LAI, chlorophyll and nitrogen contents in sugar beet crops from multi-angular optical remote sensing: Comparison of vegetation indices and PROSAIL inversion for field phenotyping. *Field Crop. Res.* 2017, 210, 33–46.
14. Hoffmann D.C., Märlander B. Entwicklung und Perspektiven von Trüragundtechnischer Qualität. *Zuckerrüben*. 2001. №4. P. 218–225.
15. Kaffka S., Daxue D., Peterson G. Saline water can be reused to irrigate sugar beets, but sugar may be low. *California Agric*, Jan–Feb. 1999.
16. Dunham, R.J. Water use and irrigation. In: Cooke, D.A. and Scott, R.K. (eds) *The Sugar Beet Crop - Science into Practice*. Chapman & Hall, London, 1993. pp. 279-309. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-0373-9_8
17. Carter, J. N., Kemper, W.D., Traveller, D.J. Yield and Quality as Affected by Early and Late Fall and Spring Harvest of Sugarbeets. *Journal of Sugarbeet Research*, 1985. 23, 8-27. <http://dx.doi.org/10.5274/jsbr.23.1.8>
18. Morillo-Velarde R., Ober E. Water use and irrigation. In *Sugar beet*, ed. P. Draycott, Chap. 10, 221–256. Blackwell Publishing Ltd. 2006.

19. Brown K.F., Messem A.B., Dunham R.J., Biscoe P.V. Effect of drought on growth and water use of sugar beet. *Journal of Agricultural Science*, 1987. 109: 421–435.
20. Fixen, P.E. Crop responses to chloride. *Advances in Agronomy* 1993. 50, pp. 107-150. [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60833-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60833-0)
21. Draycott A.P. Interaction between irrigation and other agronomic practices. In *Proceedings of 39th IIRB Winter Congress*, Brussels. 1976.
22. Ghasemi H.; Esmaeili M.A.; Mohammadian R. Effects of nitrogen on chlorophyll fluorescence and the relationship between chlorophyll content and SPAD values in sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) under drip-tape system. *J. Agric. Biol. Sci.* 2017, 12, 117–122.
23. Malnou C.S., Jaggard K.W., Sparkes D.L. Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer. *Eur. J. Agron.* 2008, 28, 47–56.
24. Bloch D., Hoffman C., Marlander B. Solute accumulation as a cause for quality losses in sugar beet submitted to temporary drought stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 2006. 192: 17–24.
25. Berengena J., Morillo-Velarde R., Martinez J. Crop evapotranspiration for sugar beet fall sown. In *IIRB 68 Congress*, Maastricht. 2005.
26. Barbanti L., Monti A., Venturi G. Nitrogen dynamic and fertilizer use efficiency in leaves of different ages of sugar beet at variable water regimes. *The Annals of Applied Biology* 2007. 150: 197–205.
27. Hunt E.R., Doraiswamy P.C., McMurtrey J.E., Daughtry C.S.T., Perry E.M., Akhmedov B. A visible band index for remote sensing leaf chlorophyll content at the canopy scale. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 2013, 21, 103–112.
28. Crocholl, J., Knieke, J. Gründ düngung ist auf Leichten Bödem Standand. *Zuckerrübe*. 2007. № 1. P. 33-34.
29. Rychcik B., Zawisłak K. Yield and Root Technological Quality of Sugar Beet Grown in Crop Rotation and Long-Term Monoculture. *Rostlinná Výroba*, 2011. 48(10), 458-462. <http://dx.doi.org/10.17221/4395-PSE>

30. Clevers J.G.P.W. A simplified approach for yield prediction of sugar beet based on optical remote sensing data. *Remote Sens. Environ.* 1997, 61, 221–228.
31. Cooke, D.A., Scott, R.K. *The Sugar Beet Crop*. Sciencient Practice published by Chapman and Hall, London 1993. <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-0373-9>
32. Garcia-Ruiz F.J., Wulfsohn D., Rasmussen J. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and thistle (*Cirsium arvensis* L.) discrimination based on field spectral data. *Biosys. Eng.* 2015, 139, 1–15.
33. Jay S., Baret F., Dutartre D., Malatesta G., Héno S., Comar A., Weiss M., Maupas F. Exploiting the centimeter resolution of UAV multispectral imagery to improve remote-sensing estimates of canopy structure and biochemistry in sugar beet crops. *Remote Sens. Environ.* 2019, 231, 110898.
34. Bornscheuer, E. Meyerholz, K. and Wunderlich, K.H. Seed production and quality. In: Cooke, D.A. and Scott, R.K. (eds) *The Sugar Beet Crop*. Chapman & Hall, London, 1993. pp. 120-155. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-0373-9_4
35. Barbanti J., Bettini G., Ciufreda G., Fabbri A., Gabellini E. Enhancing irrigation water use efficiency to reinforce sugar beet competitiveness in northern Italy. In IIRB 72 Congress, Copenhagen. 2010.
36. Croft H., Chen J.M., Zhang Y., Simic A., Noland T.L., Nesbitt N., Arabian J. Evaluating leaf chlorophyll content prediction from multispectral remote sensing data within a physically-based modelling framework. *Isprs J. Photogramm. Remote Sens.* 2015, 102, 85–95.
37. Hoffmann C. Changes in N composition of sugar beet varieties in response to increasing N supply. *J. Agron. Crop Sci.*, 2005. 191: 138-145. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-037X.2004.00149.x>
38. Dutton, J., and Huijbregts, T. Root quality and processing. p. 409-442. In A.P. Draycott (ed.) *Sugar beet*. Blackwell Publ., Oxford, 2006. UK. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470751114.ch16>

39. Pidgeon J., Ober E., Qi A., Clark J., Royal A., Jaggard K. Using multi-environment sugar beet variety trials to screen for drought tolerance. *Field Crop Research*, 2006. 95: 268–279.
40. Bazza M. Effets du stress hydrique et de sa place dans le cycle sur le rendement et la qualite technologique de la betterave sucrière. In *Proceedings of 56th IIRB Winter Congress*, Brussels. 1993.
41. Maas E. Crops salt tolerance. In *Agricultural salinity and assessment*, ed. Tanji, K, 619. ASCE Manual No. 71, New York. 1990.
42. Pimpini F., Giardini L., Borin M., Gianquinto G. Effects of poultry manure and mineral fertilizers on the quality of crops. *Journal of Agricultural Science*, 1992. Cambridge 118, 215-221.
<http://dx.doi.org/10.1017/S0021859600068817>
43. Hunt E.R., Daughtry C.S.T., Eitel J.U.H., Long D.S. Remote Sensing Leaf Chlorophyll Content Using a Visible Band Index. *Agron. J.* 2011, 103.
44. Ghasemi H.; Esmaeili M.A.; Mohammadian R. Effects of nitrogen on chlorophyll fluorescence and the relationship between chlorophyll content and SPAD values in sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) under drip-tape system. *J. Agric. Biol. Sci.* 2017, 12, 117–122.
45. Hoffmann C.M, Kenter C., Bloch D. Marc concentration of sugar beet (*Beta vulgaris* L) in relation to sucrose storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2005. 85:459–465. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2002>
46. Kassam A.H., Smith M. FAO methodologies on crop water use and crop water productivity. Expert meeting on crop water productivity, 18. FAO Paper WP-M07, Roma. 2001.
47. Kenter C., Hoffmann C., Maerlaender B. Effects of weather variables on sugar beet yield development (*Beta vulgaris* L.). *Eur. J. Agron.*, 2006. 24: 62-69.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2005.05.001>
48. Kaffka S., Peterson G.R., Kirby D. Irrigation cutoff dates for sugar beets in the Intermountain Region. *Sugar beet Research Review*, University of California, Davis, no. 4:2. 1997.

49. Crocholl, J., Knieke, J. Gründüngung ist auf Leichten Böden Standard. Zuckerrübe. 2007. № 1. P. 33-34.

50. Seelan S.K., Laguet S., Casady G.M., Seielstad, G.A. Remote sensing applications for precision agriculture: A learning community approach. Remote Sens. Environ. 2003, 88, 157–169.

51. Barbanti L., Monti A., Venturi G. Photosynthesis of individual leaves of sugar beet during the ontogeny at variable water regimes. The Annals of Applied Biology, 2007. 151: 155–165.

52. Maltese A., Neale C.M., Kopeika N.S., Dudai M., Shlevin E., Sarig S., Ben Asher J., Zilberman A. Applicability of digital color imaging for monitoring nitrogen uptake and fertilizer requirements in crops. In Proceedings of the Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XX, Berlin, Germany, 10–13 September 2018.

53. Jay S., Baret F., Dutartre D., Malatesta G., Héno S., Comar A., Weiss M., Maupas F. Exploiting the centimeter resolution of UAV multispectral imagery to improve remote-sensing estimates of canopy structure and biochemistry in sugar beet crops. Remote Sens. Environ. 2019, 231, 110898.

54. Dunham R. Water use and irrigation. In The sugar beet crop. Science into practice, ed. D.A. Cooke, and R.K. Scott, 1993. 279–309.

55. Clevers J.G.P.W. A simplified approach for yield prediction of sugar beet based on optical remote sensing data. Remote Sens. Environ. 1997, 61, 221–228.

56. Ehlers W., Goss M. Water dynamics in plant productions, 273. CABI Publishing. 2003.

57. Croft H., Chen J.M., Zhang Y., Simic A., Noland T.L., Nesbitt N., Arabian J. Evaluating leaf chlorophyll content prediction from multispectral remote sensing data within a physically-based modelling framework. Isprs J. Photogramm. Remote Sens. 2015, 102, 85–95.

58. Pidgeon J.D., Werker A.R., Jaggard K.W. Climatic impact on the productivity of sugar beet in Europe 1961-1995 Agricultural and Forest

Meteorology 2001. 109(1), 27-37. [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1923\(01\)00254-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1923(01)00254-4)

59. Saberioon M.M., Amin M.S.M., Anuar A.R., Gholizadeh A., Wayayok A., Khairunniza-Bejo S. Assessment of rice leaf chlorophyll content using visible bands at different growth stages at both the leaf and canopy scale. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 2014, 32, 35–45.

60. Prysiazhniuk O., Hryhoriev V., Svystunova I., Bukhalo V., Karpuk L., Kryvenko A., and Pavlichenko A. Effect to crop rotation and fertilization system in yield and technological quality in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Plant Archives*. Vol. 21, Supplement 1, 2021. P. 1768–1774.

61. Jongman R., Bunce R., Metzger R. Objectives and applications of a statistical environmental stratification of Europe. *Landscape Ecol.*, 2006. 21, 409-419. <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-005-6428-0>

62. Lee K.-J., Lee B.-W. Estimation of rice growth and nitrogen nutrition status using color digital camera image analysis. *Eur J. Agron.* 2013, 48, 57–65.

63. Rinaldi M., Vonella V. The response of autumn and spring sown sugar beet to irrigation in Southern Italy: Water and radiation use efficiency. *Field Crops Research*, 2006. 95: 103–114.

64. Olesen J., Trnka M., Kersebaum K. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *Eur. J. Agron.*, 2011. 34: 96-112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2010.11.003>

65. Mahlein A.K., Rumpf T., Welke P., Dehne H.W., Plümer L., Steiner U., Oerke E.C. Development of spectral indices for detecting and identifying plant diseases. *Remote Sens. Environ.* 2013, 128, 21–30.

66. Dioudis P., Filintas A., Papadopoulos A., Sakellariou-Makrantonaki M. The influence of different drip irrigation layout design on sugar beet yield and their contribution to environmental sustainability. *Fresenius Environmental Bulletin*, 2010. 19(5): 818–831.

67. Hillnhütter C., Mahlein A.K., Sikora R.A., Oerke E.C. Remote sensing to detect plant stress induced by *Heterodera schachtii* and *Rhizoctonia solani* in sugar beet fields. *Field Crop. Res.* 2011, 122, 70–77.
68. Davidof B., Hanks R.J. Sugar beet production as influenced by limited irrigation. *Irrigation Science*, 1987.10: 1–17.
69. Garcia-Ruiz F.J., Wulfsohn D., Rasmussen J. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and thistle (*Cirsium arvensis* L.) discrimination based on field spectral data. *Biosys. Eng.* 2015, 139, 1–15.
70. Grzebisz W., Pepliński K., Szczepaniak W., Barłóg P., Cyna K. Impact of nitrogen concentration variability in sugar beet plant organs throughout the growing season on dry matter accumulation patterns. *Journal of Elementology*, 2012. 17: 389-407. <http://dx.doi.org/10.5601/jelem.2012.17.3.03>
71. Carter J.N., Jensen M.E., Traveller D.J. Effect of mid- to late-season water stress on sugar beet growth. *Agronomy Journal*, 1980. 72: 806–815.
72. Carter J.N., Kemper W.D., Traveller D.J. Yield and Quality as Affected by Early and Late Fall and Spring Harvest of Sugarbeets. *Journal of Sugarbeet Research*, 1985. 23, 8-27. <http://dx.doi.org/10.5274/jsbr.23.1.8>
73. Freckleton R., Watkinson A., Weeb D., Thomas T. Yield of sugar in relation to weather and nutrients. *Agr. Forest Meteorol.*, 1999. 93: 39-51. [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1923\(98\)00106-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1923(98)00106-3)
74. Morillo-Velarde R., Velicia H., Martí'nez J.C. Datos de cultivo de la remolacha azucarera en España para CROPWAT, 64–68. *Revista Riegos Y Drenajes* No. 94, Sept. 1997.
75. Bornscheuer, E. Meyerholz, K. and Wunderlich, K.H. Seed production and quality. In: Cooke, D.A. and Scott, R.K. (eds) *The Sugar Beet Crop*. Chapman & Hall, London, 1993. pp. 120-155. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-0373-9_4
76. Sakamoto T., Shibayama M., Kimura A., Takada E. Assessment of digital camera-derived vegetation indices in quantitative monitoring of seasonal rice growth. *Isprs J. Photogramm. Remote Sens.* 2011, 66, 872–882.

77. Ač A., Malenovský Z., Olejníčková J., Gallé A., Rascher U., Mohammed G. Meta-analysis assessing potential of steady-state chlorophyll fluorescence for remote sensing detection of plant water, temperature and nitrogen stress. *Remote Sens. Environ.* 2015, 168, 420–436.

78. Gilmour J.T., Clark M.D., Daniel S.M. Predicting long-term decomposition of biosolids with a seven-day test. *Journal of Environmental Quality*, 1996. 25, 766-770. <http://dx.doi.org/10.2134/jeq1996.00472425002500040016x>

79. Bazza M., Tayaa M. Contribution to improve sugar beet de'ficit irrigation. In *Crop yield response to deficit irrigation*, ed. C. Kirda, P. Moutonnet, C. Hera, and D.R. Nielsen. Dordrecht: Kluwer. 1999.

80. Meissner S.T. Water potential gradients imply an apoplastic separation between red beet storage organ sink regions and the central xylem. *Journal of Sugarbeet Research*. 1999. 36. 33-49. <http://dx.doi.org/10.5274/jsbr.36.1.33>

81. Monti A., Barbanti L., Venturi G. Photosynthesis of individual leaves of sugar beet during the ontogeny at variable water regimes. *The Annals of Applied Biology*, 2007. 151: 155–165.

82. Grzebisz W., Szczepaniak W., Pepli'nski K., Barłóg P., Cyna K. Impact of nitrogen concentration variability in sugar beet plant organs throughout the growing season on dry matter accumulation patterns. *J. Elementol.* 2012, 15, 493–507.

83. Draycott A.P., Christenson D.R. *Nutrients for Sugar beet Production: Soil-Plant Relationships*; CABI Publishing: Oxfordshire, UK, 2003; p. 242.

84. Milford G.F.J., Armstrong M.J., Jarvis P.J., Houghton B.J., Bellett-Travers D.M., Jones J., Leigh R.A. Effect of potassium fertilizer on the yield, quality and potassium offtake of sugar beet crops grown on soils of different potassium status. *Journal of Agricultural Science*, 2000. 135, 1-10. <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859699007881>

85. Link A., Reusch S. Implementation of Site-Specific Nitrogen Application-Status and Development of the YARA N-Sensor. In *Proceedings of the*

NJF seminar 390, Precision Technology in Crop Production Implementation and Benefits, Lillehammer, Norway, 7–8 November 2006; pp. 37–41.

86. Ober E.S., Clark C.J.A., Le Bloa M., Royal A., Jaggard K.W., Pidgeon J.D. Assessing the genetic resources to improve drought tolerance in sugar beet: agronomic traits of diverse genotypes under droughted and irrigated conditions. *Field Crops Research*, 2004. 90: 213–234.

87. Rychcik B., Zawíslak K. Yield and Root Technological Quality of Sugar Beet Grown in Crop Rotation and Long-Term Monoculture. *Rostlinná Výroba*, 2011. 48(10), 458-462. <http://dx.doi.org/10.17221/4395-PSE>

88. Bornscheuer, E. Meyerholz, K. and Wunderlich, K.H. Seed production and quality. In: Cooke, D.A. and Scott, R.K. (eds) *The Sugar Beet Crop*. Chapman & Hall, London, 1993. pp. 120-155. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-0373-9_4

89. Launay M., Guerif M. Assimilating remote sensing data into a crop model to improve predictive performance for spatial applications. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2005, 111, 321–339.

90. Morillo-Velarde R. Respuesta de la remolacha de siembra otoñal al riego, 215. Tesis Doctoral, ETSIAM, University Córdoba. 1991.

91. Malnou C., Jaggard K., Sparkes D. A canopy approach to nitrogen fertilizer recommendation for the sugar beet. *Eur. J. Agron.*, 2006. 25: 254-263. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2006.06.002>

92. Kaffka S., Peterson G.R., Kirby D. Irrigation cutoff dates for sugar beets in the Intermountain Region. *Sugar beet Research Review*, University of California, Davis, no. 4:2. 1997.

93. Mahn, K., Hoffmann, C. and Märlander, B. Distribution of quality components in different morphological sections of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy*, 17: 29-39. [http://dx.doi.org/10.1016/S1161-0301\(01\)00139-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1161-0301(01)00139-3)

94. Gilmour J.T., Clark M.D., Daniel S.M. Predicting long-term decomposition of biosolids with a seven-day test. *Journal of Environmental Quality*, 1996. 25, 766-770. <http://dx.doi.org/10.2134/jeq1996.00472425002500040016x>
95. Dunham, R.J. Water use and irrigation. In: Cooke, D.A. and Scott, R.K. (eds) *The Sugar Beet Crop - Science into Practice*. Chapman & Hall, London, 1993. pp. 279-309. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-0373-9_8
96. Pidgeon J., Ober E., Qi A., Clark J., Royal A., Jaggard K. Using multi-environment sugar beet variety trials to screen for drought tolerance. *Field Crop Research*, 2006. 95: 268–279.
97. Bazza M. Effets du stress hydrique et de sa place dans le cycle sur le rendement et la qualite technologique de la betterave sucree. In *Proceedings of 56th IIRB Winter Congress*, Brussels. 1993.
98. Ehlers W., Goss M. *Water dynamics in plant productions*, 273. CABI Publishing. 2003.
99. Seelan S.K., Laguetta S., Casady G.M., Seielstad, G.A. Remote sensing applications for precision agriculture: A learning community approach. *Remote Sens. Environ.* 2003, 88, 157–169.