

Надходження елементів живлення до рослин пшениці озимої різних сортів у контрастні за погодними умовами роки

М.М. Мірошніченко^{1*}, А.М. Звонар¹, Є.В. Панасенко¹, О.Ю. Леонов²

¹Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, Україна

²Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 29.01.2020 Отримано після доопрацювання 13.03.2020 Затверджено до друку 16.03.2020 Доступно онлайн 01.06.2020	Описано результати польових досліджень з метою виявлення особливостей споживання основних елементів живлення пшеницею озимою різних сортів вітчизняної та європейської селекції у відмінні за погодними умовами роки, виконаних на сортопробувальному полігоні (ґрунт – чорнозем типовий) у Харківській області впродовж 2018 та 2019 рр. Як індикатори взято вміст елементів живлення (N, P, K) у надземних органах рослин у фази кущіння, цвітіння та повної стиглості. Об'єктами дослідження слугували 4 сорти-національні стандарти та 8 сортів пшениці озимої іноземної селекції. Виявлено, що незалежно від сорту, внаслідок ефекту ростового розбавлення, концентрація N у рослинах зменшується від 3,6-4,2% у фазу кущіння до 1,3-1,6% у фазу цвітіння, P ₂ O ₅ – від 0,7-0,9% до 0,3-0,5%, K ₂ O – від 3,9-4,6% до 1,5-2,8% відповідно. Залежно від умов року відношення P ₂ O ₅ :N у зерні та соломі може відрізнятися вдвічі, а K ₂ O:N у соломі – в 1,3 рази. Сортові відмінності споживання NPK були більш помітними у рік зі сприятливим зволоженням у квітні-травні та стресовими умовами під час досягання зерна. За результатами дворічних випробувань на чорноземі типовому група сортів вітчизняної селекції загалом проявила ознаки меншої потреби у калії, ніж сорти європейської селекції. Констатовано, що за однакового вмісту у ґрунті NPK накопичення азоту, фосфору та калію в надземній частині рослин пшениці озимої визначається як погодними умовами весняно-літнього періоду, так і сортовими особливостями споживання окремих елементів живлення. Через це, співвідношення вмісту фосфору й азоту та калію й азоту у тканинах рослин, що вегетують, а також у зерні й соломі може варіювати в широких межах. Генетично обумовлена підвищена або знижена потреба окремих сортів щодо елементів живлення може мати сталий характер, а може змінюватися за певних гідротермічних умов у період вегетації. Отже, для надійного визначення потреб окремих сортів пшениці озимої щодо умов живлення дослідження необхідно проводити впродовж не менше 2-3 років з різними метеорологічними умовами.
Ключові слова: елемент живлення; сорт; погодні умови; пшениця озима.	

*E-mail: ecosoil@meta.ua

Форма цитування: Мірошніченко М.М., Звонар А.М., Панасенко Є.В., Леонов О.Ю. Надходження елементів живлення до рослин пшениці озимої різних сортів у контрастні за погодними умовами роки. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. 2020. Вип. 89. Харків: ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського». С. 51-62. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss89-06>

Список використаних джерел

1. Рослинництво України. Статистичний збірник. 2018. Державна служба статистики України, 2019. 220 с. (Crop production of Ukraine. Statistical yearbook. 2018. State Statistical Service of Ukraine, 2019. 220 p.).
2. Bond J., Liefert O. Wheat Outlook. U.S. Production and Domestic Use Lowered, Netting Increase for 2016/17 Carryout. Economic Research Service, USDA, WWS-16j, Oct. 14, 2016. URL: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/80243/whs-16j.pdf?v=0>.
3. Genetic yield gains of winter wheat in Germany over 100 years (1895-2007) under contrasting fertilizer applications / H.E. Ahrends, W. Eugster, T. Gaiser [et al.]. *Environmental Research Letters*. 2018. 13:104003. URL: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aade12> (Accepted Aug 13, 2018).
4. Sugár E., Berzsenyi Z., Bónis P., Árendás T. Growth analysis of winter wheat cultivars as affected by nitrogen fertilization. *Die bodencultur: Journal of Land Management, Food and Environment*. 2017; 68(1): 57-70. DOI: <https://doi.org/10.1515/boku-2017-0005>.
5. Abd El-Razek U.A., El-Sheshtawy A.A. Response of Some Wheat Varieties to Bio and Mineral Nitrogen Fertilizers. *Asian Journal of Crop Science*. 2013; 5: 200-208. DOI: <https://doi.org/10.3923/ajcs.2013.200.208>.
6. Hard Red Winter Wheat Cultivar Responses to a pH and Aluminum Concentration Gradient / S.R. Kariuki, H. Zhang, J.L. Schroder [et al.]. *Agronomy Journal*. 2007; 99: 88-97. DOI: <https://doi.org/10.2134/ajcrj2006.0128>.
7. Higher salt tolerant winter wheat cultivars relieves senescence at reproductive stage / Y. Zheng, Z. Wang, X. Sun [et al.]. *Environmental and Experimental Botany*. 2008; 62(2): 129-138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.07.011>.
8. Identification and Characterization of Salt Tolerance of Wheat Germplasm Using a Multivariable Screening Approach / B.C. Oyiga, R.C. Sharma, J. Shen [et al.]. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2016; 202: 472-485. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12178>.
9. *Климашевский Э.Л.* Генетический аспект минерального питания растений. Москва: Агропромиздат, 1991. 415 с.
10. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Затв. наказом Мінагрополітики України від 12.06.2016 р. № 540. Український Інститут експертизи сортів рослин. 117 с. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f413bb9be6.pdf>.
11. Hamnér K., Weih M., Eriksson J., Kirchmann H. Influence of nitrogen supply on macro- and micronutrient accumulation during growth of winter wheat. *Field Crops Research*. 2017; 213: 118-129 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.08.002>.
12. Yan W., Zhong Y., Shangquan Z. The relationships and sensibility of wheat C:N:P stoichiometry and water use efficiency under nitrogen fertilization. *Plant, Soil and Environment*. 2015; 61(5): 201-207. DOI: <https://doi.org/10.17221/28/2015-PSE>.
13. Lopez-Bellido R.J., Shepherd C., Barraclough P.B. Predicting post-anthesis N requirements of bread wheat with Minolta SPAD meter. *European Journal of Agronomy*. 2004; 20(3): 313-320. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(03\)00025-X](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(03)00025-X).
14. Asplund L., Bergkvist G., Weih M. Functional traits associated with nitrogen use efficiency in wheat. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B. Soil and Plant Science*. 2015; 66(2): 153-169. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2015.1087586>.

15. Barraclough P.B., Lopez-Bellido R., Hawkesford M.J. Genotypic variation in the uptake, partitioning and remobilization of nitrogen during grain-filling in wheat. *Field Crops Research*. 2014; 156: 242-248. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.10.004>.
16. Реутилізація азоту в зерно у різних сортів пшениці залежно від умов мінерального живлення./ І.М. Шегеда, Д.А. Кірізій, А.П. Іваницька, Л.В. Сеніна. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Серія біологія. 2018. 2(44), 69-80. URL: https://knau.kharkov.ua/uploads/visn_biology/2018/2/6.pdf.
17. Починок В.М., Кірізій Д.А. Продуктивність і якість зерна пшениці у зв'язку з особливостями розподілу азоту в рослині. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2010. Т. 42. 5. 393-402. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/66313/02-Pochinok.pdf?sequence=1>.
18. Relative Contribution of Nitrogen Adsorption, Remobilization, and Partitioning to the Ear During Grain Filling in Chinese Winter Wheat / D. Zhou, M.D. Serret, J.B. Pie [et al.]. *Frontiers in Plant Science*. 2018. 9:1351. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01351>.
19. Gaj R., Górski D., Przybył J. The effect of differentiated phosphorus and potassium fertilization on winter wheat yield and quality. *Journal of Elementology*. 2013; 18(1): 55-67. DOI: <https://doi.org/10.5601/jelem.2013.18.1.04>.
20. El-Nashaar H.M., Banowetz G.M., Peterson C.J., Griffith S.M. Genetic variability of Elemental Concentration in Winter Wheat Straw. *Energy Fuels*. 2010; 24(3): 2020-2027. DOI: <https://doi.org/10.1021/ef901181h>.
21. Hawkesford M.J. Reducing the reliance on nitrogen fertilizer for wheat production. *Journal of Cereal Science*. 2014; 59: 276-283. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.12.001>.
22. Górný A.G., Banaszak Z., Ługowska B., Ratajczak D. Inheritance of the efficiency of nitrogen uptake and utilization in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under diverse nutrition levels. *Euphytica*. 2011. 177: DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-010-0230-z>.
23. Ågren G.I., Weih M. Plant stoichiometry at different scales: element concentration patterns reflect environment more than genotype. *New Phytologist*. 2012. 194: 944-952. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04114.x>.
24. Limitation of multi-elemental fingerprinting of wheat grains: Effect of cultivar, sowing date, and nutrient management / A. Suarez-Tapia, S.V. Kucheryavskiy, B.T. Christensen [et al.]. *Journal of Cereal Science*. 2017. 76: 76-84.
25. Weih M., Pourazari F., Vico G. Nutrient stoichiometry in winter wheat: Element concentration pattern reflects developmental stage and weather. *Scientific reports*. 2016. 6: 35958. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep35958>.
26. Weih M., Hammér K., Pourazari F. Analyzing plant nutrient uptake and utilization efficiencies: comparison between crops and approaches. *Plant and Soil*. 2018; 430(1-2): 7-21.
27. Santa-Maria G.E., Moriconi J.I., Oliferuk S. Internal efficiency of nutrient utilization: what is it and how to measure it during vegetative plant growth? *Journal of Experimental Botany*. 2015; 66(11): 3011-3018. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erv162>.
28. Rose T.J., Wissuwa M. Chapter five – Rethinking Internal Phosphorus Utilization Efficiency: A New Approach Is Needed to Improve PUE in Grain Crops. *Advances in Agronomy*. 2012; 116: 185-217. DOI: [10.1016/B978-0-12-394277-7.00005-1](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394277-7.00005-1).
29. Гладких Є.Ю., Круподеря Ю.О., Панасенко Є.В. Роль окремих елементів у підвищенні стресостійкості рослин за екстремальних погодних умов. Людина та довкілля. *Проблеми неоекології*. 2016; 1-2(25): 55-63.
30. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення: керівний нормативний документ / за ред. І.П. Яцука, С.А. Балюка. Вид. 2-е допов. Київ, 2019. 108 с.
31. Jarell W.M., Beverly R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*. 1981; 34: 197-224.
32. Development of a Critical Nitrogen Dilution Curve Based on Leaf Area Duration in Wheat / X. Wang, T. Ye, S.T. Ata-Ul-Karim [et al.]. *Frontiers in Plant Science*. 2017; 8:1517. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01517>.
33. Гамаюнова В.В., Смірнова І.В. Вміст у надземній масі сортів пшениці озимої елементів живлення залежно від мінерального живлення та їх винос урожаєм. *Вісник ХНАУ*. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання». 2018; 1: 241-250. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/5740>.
34. Бордюжа Н.П. Винос елементів живлення урожаєм різних сортів пшениці озимої за систематичного застосування добрив. *Научные труды SWorld*. 2016. 3(44): 50-53. URL: <http://www.sworld.com.ua/ntsw/316-7.pdf>.
35. Ozturk L., Eker S., Torun B., Cakmak I. Variation in phosphorus efficiency among 73 bread and durum wheat genotypes grown in a phosphorus-deficient calcareous soil. *Plant and Soil*. 2005; 269: 69-80. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-004-0469-z>.
36. Bhaduri D., Pal Sh. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): Concept and Application on Nutritional Diagnosis of Plants: A Review. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2013; 12 (1): 70–79.
37. Effect of crop rotation, fertilizer and tillage management on spring wheat grain yield and N and P content in a thin Black Chernozem: A long-term study / C.F. Campbell, G.P. Lafond, A.J. Vanden Bygaart [et al.]. *Canadian Journal of Plant Science*. 2011; 91: 467-483. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps10032>.
38. N, P and K budget for crop rotation on nine organic farms in the UK / P.M. Berry, E.A. Stockdale, R. Sylvester-Bradley [et al.]. *Soil Use and Management*. 2003; 19(2): 112-118. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2003.tb00289.x>.
39. Effect of different Nitrogen and Phosphorus ratios on the performance of wheat cultivar "Khirman" / P. Khan, M. Imtiaz, S.K.H. Shah [et al.]. *Sarhad Journal of Agriculture*. 2008; 24(2): 233-239. URL: https://www.researchgate.net/publication/263547281_Effect_of_different_nitrogen_and_phosphorus_ratios_on_the_performance_of_wheat_cultivar_Khirman.
40. Pettigrew W.T. Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiologia Plantarum*. 2008. 133: 670-681. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2008.01073.x>.

Inputs of nutrients to winter wheat plants of different varieties in years, contrasting in weather

M. Miroshnychenko^{1*}, A. Zvonar¹, Ye. Panasenko¹, O. Leonov²

¹ National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine

² Institute of Plant Production named after V.Ya. Yuryev NAAS, Kharkiv, Ukraine

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Received 29.01.2020 Received in revised form 13.03.2020 Accepted 16.03.2020 Available online 01.06.2020</p> <p>Keywords:</p> <p>nutrient element; varieties; weather conditions; winter wheat;</p>	<p>The purpose of the research was to compare features of wheat winter plants nutrition caused their variety specify in different weather conditions. The studies carried out on Haplic Chernozem Loamic of the test field in the Kharkiv region during 2018 and 2019. Four varieties which are a national standards of Ukraine (Smuglyanka, Podolyanka, Bunchuk and Rozkishna) and 8 varieties of European selection ((Balitus, Panonicus (Saatzucht Donau, Austria), Arctis, Matrix (Deutsche Saatveredelung AG, Germany), Annitza (Zagreb Bc Institute, Croatia), Bodiček and Dariya (RAGT Semences, Czech Republic)) were studied. Due to the effect of growth dilution, content of N in plants decreased from 3.6-4.2 % in the tillering phase to 1.3-1.6 % in the anthesis phase, P₂O₅ - from 0.7-0.9 % to 0.3-0.5 %, K₂O - from 3.9-4.6 % to 1.5-2.8 % respectively. Depending on the weather condition, the ratio of P₂O₅ : N in grain and straw varied twice and ratio K₂O : N in straw varied in 1.3 times. Differences in NPK consumption between varieties were more in the year with favorable moisture in April-May and stressful conditions after anthesis. According to two-year studies, a group of Ukrainian varieties generally showed less potassium demand than varieties of European selection. Studies showed that under the equal fertilizing, the accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium in the aboveground part of winter wheat plants determined by the weather conditions of the spring-summer period and the varietal specificity of nutrition. This leads to wide variation of the ratio phosphorus to nitrogen and potassium to nitrogen in the tissues of vegetating plants, as well as in grain and straw. Genetically determined increased or reduced need in nutrients might be of a permanent nature or might occur under certain hydrothermal conditions during the growing season.</p>

*E-mail: ecosoil@meta.ua

Citing: Miroshnychenko M., Zvonar A., Panasenko E., Leonov O. 2020. Inputs of nutrients to winter wheat plants of different varieties in years, contrasting in weather. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 89. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 51-62. (Ukr.). DOI: <https://doi.org/10.31073/acss89-06>

References

1. Crop production of Ukraine. Statistical yearbook. 2018. State Statistical Service of Ukraine, 2019. 220 p. (Ukr.).
2. Bond J., Liefert O. 2016. Wheat Outlook. U.S. Production and Domestic Use Lowered, Netting Increase for 2016/17 Carryout. Economic Research Service, USDA, WHS-16j, Oct. 14, 2016. URL: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/80243/whs-16j.pdf?v=0>.
3. Ahrends H.E., Eugster W., Gaiser T., Rueda-Ayala V., Hüging H., Ewert F., Siebert S. 2018. Genetic yield gains of winter wheat in Germany over 100 years (1895-2007) under contrasting fertilizer applications. *Environmental Research Letters*. 13:104003. URL: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aade12> (Accepted Aug 13, 2018).
4. Sugár E., Berzsenyi Z., Bónis P., Árendás T. 2017. Growth analysis of winter wheat cultivars as affected by nitrogen fertilization. *Die bodencultur: Journal of Land Management, Food and Environment*. 68(1): 57-70. DOI: <https://doi.org/10.1515/boku-2017-0005>.
5. Abd El-Razek U.A., El-Sheshtawy A.A. 2013. Response of Some Wheat Varieties to Bio and Mineral Nitrogen Fertilizers. *Asian Journal of Crop Science*. 2013; 5: 200-208. DOI: <https://doi.org/10.3923/ajcs.2013.200.208>.
6. Kariuki S.K., Zhang H., Schroder J.L., Edwards J., Payton M., Carver B.F., Raun W.R., Krenzer E.G. 2007. Hard Red Winter Wheat Cultivar Responses to a pH and Aluminum Concentration Gradient. *Agronomy Journal*. 99: 88-97. DOI: <https://doi.org/10.2134/agnonj2006.0128>.
7. Zheng Y., Wang Z., Sun X., Jia A., Jiang G., Li Z. 2008. Higher salt tolerant winter wheat cultivars relieves senescence at reproductive stage. *Environmental and Experimental Botany*. 62(2): 129-138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.07.011>.
8. Oyiga B.C., Sharma R.C., Shen J., Baum M., Ogonnaya F.C., Léon J., Ballvora A. Identification and Characterization of Salt Tolerance of Wheat Germplasm Using a Multivariable Screening Approach. 2016. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 202: 472-485. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12178>.
9. Klimashevsky E.L. 1991. Genetic aspect of plant mineral nutrition. Moscow: Agropromizdat. 415 p. (Rus.).
10. Methods of conducting qualitative examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. Approved by the decree of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine from June 12, 2016 No. 540. Ukrainian Institute for the Examination of Plant Varieties. 117 p. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f413bb9be6.pdf>. (Ukr.).
11. Hamnér K., Weih M., Eriksson J., Kirchmann H. 2017. Influence of nitrogen supply on macro- and micronutrient accumulation during growth of winter wheat. *Field Crops Research*. 213: 118-129. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.08.002>.
12. Yan W., Zhong Y., Shangguan Z. 2015. The relationships and sensibility of wheat C:N:P stoichiometry and water use efficiency under nitrogen fertilization. *Plant, Soil and Environment*. 61(5): 201-207. DOI: <https://doi.org/10.17221/28/2015-PSE>.
13. Lopez-Bellido R.J., Shepherd C., Barraclough P.B. 2004. Predicting post-anthesis N requirements of bread wheat with Minolta SPAD meter. *European Journal of Agronomy*. 20(3): 313-320. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(03\)00025-X](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(03)00025-X).
14. Asplund L., Bergkvist G., Weih M. 2015. Functional traits associated with nitrogen use efficiency in wheat. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B. Soil and Plant Science*. 66(2): 153-169. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2015.1087586>.
15. Barraclough P.B., Lopez-Bellido R., Hawkesford M.J. 2014. Genotypic variation in the uptake, partitioning and remobilization of nitrogen during grain-filling in wheat. *Field Crops Research*. 156: 242-248. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.10.004>.
16. Szeged I.M., Kirizij D.A., Ivanitskaya A.P., Senina L.V. 2018. Reutilization of nitrogen into grain in different varieties of wheat depending on the conditions of mineral nutrition. *Bulletin of the Kharkiv National Agrarian University. Series Biology*. 2(44), 69-80. URL: https://knau.kharkov.ua/uploads/visn_biology/2018/2/6.pdf. (Ukr.).

17. Pochinok V.M., Kirizi D.A. 2010. Wheat grain productivity and quality due to nitrogen distribution in the plant. *Physiology and biochemistry of cultivated plants*. T. 42. 5. 393-402. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/66313/02-Pochinok.pdf?sequence=1>. (Ukr.).
18. Zhou B., Serret M.D., Pie J.B., Shah S.S., Li Z. 2018. Relative Contribution of Nitrogen Adsorption, Remobilization, and Partitioning to the Ear During Grain Filling in Chinese Winter Wheat. *Frontiers in Plant Science*. 9:1351. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01351>.
19. Gaj R., Górski D., Przybył J. 2013. The effect of differentiated phosphorus and potassium fertilization on winter wheat yield and quality. *Journal of Elementology*. 18(1): 55-67. DOI: <https://doi.org/10.5601/jelem.2013.18.1.04>.
20. El-Nashaar H.M., Banowetz G.M., Peterson C.J., Griffith S.M. 2010. Genetic variability of Elemental Concentration in Winter Wheat Straw. *Energy Fuels*. 24(3): 2020-2027. DOI: <https://doi.org/10.1021/ef901181h>.
21. Hawkesford M.J. 2014. Reducing the reliance on nitrogen fertilizer for wheat production. *Journal of Cereal Science*. 59: 276-283. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.12.001>.
22. Górný A.G., Banaszak Z., Ługowska B., Ratajczak D. 2011. Inheritance of the efficiency of nitrogen uptake and utilization in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under diverse nutrition levels. *Euphytica*. 177: DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-010-0230-z>.
23. Agren G.I., Weih M. 2012. Plant stoichiometry at different scales: element concentration patterns reflect environment more than genotype. *New Phytologist*. 194: 944-952. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04114.x>.
24. Suarez-Tapia A., Kucheryavskiy S.V., Christensen B.T., Thomson I.K., Rasmussen J. 2017. Limitation of multi-elemental fingerprinting of wheat grains: Effect of cultivar, sowing date, and nutrient management. *Journal of Cereal Science*. 76: 76-84.
25. Weih M., Pourazari F., Vico G. 2016. Nutrient stoichiometry in winter wheat: Element concentration pattern reflects developmental stage and weather. *Scientific reports*. 6: 35958. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep35958>.
26. Weih M., Hamnér K., Pourazari F. 2018. Analyzing plant nutrient uptake and utilization efficiencies: comparison between crops and approaches. *Plant and Soil*. 430(1-2): 7-21.
28. Santa-Maria G.E., Moriconi J.I., Oliferuk S. 2015. Internal efficiency of nutrient utilization: what is it and how to measure it during vegetative plant growth? *Journal of Experimental Botany*. 66(11): 3011-3018. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erv162>.
29. Rose T.J., Wissuwa M. 2012. Chapter five – Rethinking Internal Phosphorus Utilization Efficiency: A New Approach Is Needed to Improve PUE in Grain Crops. *Advances in Agronomy*. 116: 185-217. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394277-7.00005-1>.
30. Gladkikh E.Yu., Krupoderya Yu.O., Panasenko Ye.V. 2016. The role of individual elements in increasing plant stress under extreme weather conditions. *Man and the environment. Problems of neoecology*. 1-2(25): 55-63. (Ukr.).
31. Methods of conducting agrochemical certification of agricultural lands: regulatory guidance document / ed. I.P. Yatsuk, S.A. Baliuk. Iss. 2nd add. Kyiv, 2019. 108 p.
32. Jarell W.M., Beverly R.B. 1981. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*. 34: 197-224.
33. Wang X., Ye T., Ata-Ul-Karim S.T., Zhu Y., Liu L., Cao W., Tang L. 2017. Development of a Critical Nitrogen Dilution Curve Based on Leaf Area Duration in Wheat. *Frontiers in Plant Science*. 8:1517. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01517>.
34. Gamayunova V.V., Smirnova I.V. 2018. Content in the aboveground mass of winter wheat varieties, depending on the mineral nutrition and their yield. *KhNAU Bulletin. Series "Plant, breeding and seed production, horticulture and storage"*. 1: 241-250. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/5740>. (Ukr.).
35. Boryduzha N.P. 2016. Carrying out the nutrition of the crop of different winter wheat with systematic application of fertilizers. *SWorld Scientific Works*. 3(44): 50-53. URL: <http://www.sworld.com.ua/ntsw/316-7.pdf>. (Ukr.).
36. Ozturk L., Eker S., Torun B., Cakmak I. 2005. Variation in phosphorus efficiency among 73 bread and durum wheat genotypes grown in a phosphorus-deficient calcareous soil. *Plant and Soil*. 269: 69-80. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-004-0469-z>.
37. Bhaduri D., Pal Sh. 2013. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): Concept and Application on Nutritional Diagnosis of Plants: A Review. *Journal of Soil and Water Conservation*. 12 (1): 70–79.
38. Campbell C.A., Lafond G.P., Vanden Bygaart A.J., Zentner R.P., Lemke R., May W.E., Holzapfel C.B. 2011. Effect of crop rotation, fertilizer and tillage management on spring wheat grain yield and N and P content in a thin Black Chernozem: A long-term study. *Canadian Journal of Plant Science*. 91: 467-483. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps10032>.
39. Berry P.M., Stockdale E.A., Sylvester-Bradley R., Philipps L., Smith K.A., Lord E.I., Watson C.A., Fortune S. 2003. N, P and K budget for crop rotation on nine organic farms in the UK. *Soil Use and Management*. 19(2): 112-118. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2003.tb00289.x>.
40. Khan P., Imtiaz M., Shah S.K.H., Nizanuddin, Memon M.Y., Siddique S. 2008. Effect of different Nitrogen and Phosphorus ratios on the performance of wheat cultivar "Khirman". *Sarhad Journal of Agriculture*. 24(2): 233-239. URL: https://www.researchgate.net/publication/263547281_Effect_of_different_nitrogen_and_phosphorus_ratios_on_the_performance_of_wheat_cultivar_Khirman.
41. Pettigrew W.T. 2008. Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiologia Plantarum*. 133: 670-681. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2008.01073.x>.

УДК 631.81.036

Поступление элементов питания в растения пшеницы озимой разных сортов в контрастные по погодным условиям годы

Н.Н. Мирошниченко^{1*}, А.Н. Звонарь¹, Є.В. Панасенко¹, А.Ю. Леонов²

¹Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н.Соколовского», Харьков, Украина

²Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН, Харьков, Украина

*E-mail: ecosoil@meta.ua

Описаны результаты полевых исследований с целью выявления особенностей потребления основных элементов питания пшеницей озимой разных сортов отечественной и европейской селекции в годы с разными погодными условиями. Работы выполнены на сортоиспытательном полигоне (почва – чернозем типичный) в Харьковской области в течение 2018 и 2019 годов. В качестве индикаторов приняли содержание элементов питания (N, P, K) в надземных органах растений в фазы кушения, цветения и полной спелости. Объектами исследования служили 4 сорта – национальные стандарты и 8 сортов пшеницы озимой зарубежной селекции. Выявлено, что независимо от сорта, вследствие эффекта ростового разбавления, концентрация N в растениях уменьшается от 3,6-4,2 % в фазу кушения до 1,3-1,6 % в фазу цветения, P₂O₅ - от 0,7-0,9 % до 0,3-0,5 %, K₂O – от 3,9-4,6 % до 1,5-2,8 % соответственно. В зависимости от условий года отношение P₂O₅ : N в зерне и соломе может отличаться вдвое, а K₂O : N в соломе – в 1,3 раза. Сортвые отличия в потреблении NPK были более заметными в год с благоприятным увлажнением в апреле-мае и стрессовыми условиями во время созревания зерна. По результатам двухлетних испытаний на черноземе типичном группа сортов отечественной селекции в общем проявила признаки меньшей потребности в калии, чем сорта европейской селекции. Констатировали, что при одинаковом содержании в почве NPK накопление азота, фосфора и калия в надземной части растений

пшеницы озимой определяется как погодными условиями весенне-летнего периода, так и сортовыми особенностями потребления отдельных элементов питания. Благодаря этому, соотношение содержания фосфора и азота, а также калия и азота в тканях вегетирующих растений, а также в зерне и соломе может варьировать в широких пределах. Генетически обусловленная повышенная или пониженная потребность отдельных сортов в элементах питания может иметь устойчивый характер, а может изменяться при определенных гидротермических условиях в период вегетации. Таким образом, для надежного определения потребностей отдельных сортов пшеницы озимой относительно условий питания, исследования необходимо проводить в течение не менее 2-3 лет с разными метеорологическими условиями.

Ключевые слова: пшеница озимая; элементы питания; сорт; погодные условия.