

ЗБОРІВСЬКА О.В.✉, ПРЯДКІНА Г.О., СОКОЛОВСЬКА-СЕРГІЄНКО О.Г., МАХАРИНСЬКА Н.М.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України,  
Україна, 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 31/17

✉ masliukyvska@gmail.com, (096) 960-15-97

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КОЛОСА ГОЛОВНОГО ПАГОНА  
ВІД МАСИ СУХОЇ РЕЧОВИНИ СТЕБЛА У СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

**Мета.** Оцінка маси сухої речовини стебла головного пагона різних сортів озимої пшениці в фазі цвітіння та повної стиглості в якості критерію зернової продуктивності його колоса в роки з різними метеорологічними умовами.

**Методи.** Польові, морфометричні, математично-статистичні. **Результати.** Досліджено фенотипну варіабельність маси сухої речовини стебла головного пагона сортів озимої пшениці в фазі цвітіння та повної стиглості зерна у роки, що суттєво відрізнялися за погодними умовами. Встановлено, що маса сухої речовини стебла головного пагона у фазі цвітіння і повної стиглості зерна суттєво варіювала (відповідно 0,6 – 1,2 г та 0,5 – 1,0 г у 2014 р. і 1,0 – 2,0 г та 0,8 – 1,5 г у 2016 році) залежно як від сорту, так і різних умов вирощування. Межі варіювання зернової продуктивності колоса головного пагона у 2014 році складали від 0,9 до 2,2 г та від 1,5 до 2,5 г у 2016 році. Встановлено, що у фазу цвітіння тіснота кореляційного зв'язку між масою зерна з колоса головного пагона та масою сухої речовини стебла була істотною за 99% вірогідності за всіх умов вирощування ( $r=0,8-0,9$ ). **Висновки.** Показано, що зернова продуктивність колоса головного пагона озимої пшениці пов'язана зі здатністю його стебла до запасання асимілятів у вегетативний період. Встановлено, що маса сухої речовини стебла головного пагона у фазу цвітіння може слугувати критерієм оцінки його зернової продуктивності

**Ключові слова:** *Triticum aestivum* L., маса сухої речовини стебла, зернова продуктивність.

Процес створення нових сортів, спрямований у першу чергу на підвищення врожайності, людство веде з давніх часів. Необхідність підвищення урожайності озимої пшениці на початку цього сторіччя зумовлена низкою причин. Зокрема, це гальмування щорічного приросту цієї важливої культури, що є основою харчового

раціону близько 1,5 млрд. людей. Для ряду країн показано, що в період із 70-тих до 90-тих років минулого сторіччя приріст врожайності озимої пшениці сягав 3% у рік, а з 90-тих і до 2000-тих – зменшився до 2%, а у першому десятиріччі 2000-тих – до 0,1% [1, 2]. Стагнацію росту врожайності загострюють також відсутність нових посівних площ, кліматичні зміни, вимоги екологів зменшити внесення азотних добрив під посіви сільськогосподарських культур [1, 3, 4].

Аналіз літературних даних показує, що за сучасних умов найбільш перспективними шляхами підвищення врожайності пшениці вважають ті, що пов'язані з її фотосинтетичним апаратом та продукційним процесом [5–7]. Важливість вивчення фотосинтетичної діяльності рослин у тісному зв'язку із процесами росту і розвитку рослин, системою донорно-акцепторних відношень зумовлена багатоетапністю фотосинтетичного процесу, різною чутливістю окремих етапів до змін чинників зовнішнього середовища, а також специфічністю регуляторних зв'язків на різних рівнях організації фотосинтетичного апарату. В якості однієї з морфометричних ознак, пов'язаних із продуктивністю, досліджують масу стебла в окремі фази вегетації. Зокрема, показано, що збільшення зернової продуктивності пшениці спостерігали у сортів із вищою загальною масою головного пагона в фазу повної стиглості [8, 9], з більшою біомасою рослин з одиниці ґрунту в період до цвітіння [10] та з вищою масою сухої речовини головного пагона у фазу цвітіння [11, 12]. Водночас результати більшості таких досліджень були проведені за однакових умов, проте питання, чи зберігаються встановлені зв'язки за різних метеорологічних умов, є маловивченими.

Метою цієї роботи була оцінка маси сухої речовини стебла головного пагона різних сортів озимої пшениці в фазі цвітіння та повної стиглості в якості критерію зернової продуктивності

© ЗБОРІВСЬКА О.В., ПРЯДКІНА Г.О., СОКОЛОВСЬКА-СЕРГІЄНКО О.Г., МАХАРИНСЬКА Н.М.

його колоса в роки з різними погодними умовами.

### Матеріали і методи

Дослідження були проведені в роки, які суттєво відрізнялися за метеорологічними умовами. У 2014 р. характерним було перезволоження ґрунту, викликане надмірною (у 3 рази вищою за норму) кількістю опадів у травні, а у 2016 р. – вищі за норму температури повітря та незначна кількість опадів [13].

Об'єктами досліджень в умовах польових дослідів (сmt. Глеваха, Київська обл.) слугували сорти та лінії озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.), створені в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України: 15 – у 2014 та 10 у 2016 рр. Норма висіву насіння складала 6 млн. зернин/га. Ґрунти під посівами світло-сірі, опідзолені, легкосуглинкові. Агротехніка та догляд за посівами – загальноприйняті для посівів цієї культури в окресленій агрокліматичній зоні [14].

Відбір рослин для визначення морфометричних показників у ці роки проводили протягом періоду від фази видовження стебла до молочно-воскової стиглості. Для визначення маси сухої речовини окремих органів досліджуваних сортів озимої пшениці зразки фіксували у сушильній шафі за температури 105°C упродовж 3-х годин і потім досушували до постійної маси за температури 85°C. Складові структури врожаю визначали у фазу повної стиглості.

Статистичну обробку даних проводили за допомогою програм Microsoft Excel за оцінкою істотності різниць вибірових середніх за t-критерієм Стьюдента, кореляційний аналіз – за методикою Б.А. Доспехова [15], істотність тісноти кореляцій оцінювали за критерієм Фішера.

### Результати та обговорення

Маса сухої речовини стебла головного пагона у досліджуваних сортів та ліній озимої пшениці різнилася залежно як від сорту, так і за роками. Зокрема, у 2014 р. її величина між найбільш контрастними сортами відрізнялася майже в 2 рази: від 0,56 до 1,18 г у фазу цвітіння та від 0,46 до 1,00 г у фазу повної стиглості (рис. 1). Найбільш високою масою сухої речовини стебла головного пагона у фазу цвітіння відрізнялися сорти Дарунок Поділля, Астарта та Достаток (1,05–1,18 г), у фазу повної стиглості – сорти Лазурна, Подолянка, Дарунок Поділля та Астарта (0,78–1,00 г).

За більш сприятливих умов 2016 р. у всіх досліджених сортів маса сухої речовини стебла у відповідні фази була вищою, ніж у 2014 р. У фазу цвітіння вона варіювала від 1,05 до 2,09 г, а у фазу повної стиглості – від 0,80 до 1,48 г. Максимальну масу сухої речовини стебла головного пагона в фазу цвітіння у 2016 р. спостерігали у сортів Дарунок Поділля, Астарта та Достаток (1,97–2,10 г), у фазу повної стиглості – у сортів Наталка, Чигиринка, Дарунок Поділля та Астарта (1,36–1,48 г).

Значна відмінність за масою сухої речовини стебла у ці роки між сортами, що вирощували в обидва роки, може бути пов'язана з виляганням рослин у 2014 р., оскільки за таких умов внаслідок зниження інтенсивності фотосинтезу через погіршення радіаційних умов та зниження випаровування могло спостерігатися зменшення кількості асимілятів, що утворюються у процесі фотосинтезу. Тому маса сухої речовини рослин у 2014 р. була істотно меншою за її значення у 2016 р.

Зернова продуктивність колоса головного пагона також суттєво варіювала як в залежно від сорту, так і за різних умов вирощування. Найменша продуктивність колоса головного пагона у 2014 р. складала  $0,89 \pm 0,09$  г, найбільша –  $2,20 \pm 0,10$ ; у 2016 відповідно  $1,48 \pm 0,15$  та  $2,55 \pm 0,13$  г. (табл. 1). Максимальні її значення у 2014 р. спостерігали у сортів Дарунок Поділля, Достаток, Фаворитка та Переяславка (1,8–2,2 г); у 2016 – у сортів Дарунок Поділля, Астарта, Наталка, Райгородка та Ятрань 60 (2,1–2,5 г).

Пряму позитивну залежність між масою сухої речовини стебла головного пагона із зерновою продуктивністю його колоса спостерігали в обидва роки: як у фазу цвітіння (рис. 2), так і повної стиглості (рис. 3).

У фазу цвітіння коефіцієнти кореляції цієї залежності в обидва роки були істотними на 99% вірогідності (табл. 2). У фазу повної стиглості зв'язок між масою зерна колоса головного пагона рослин та масою сухої речовини стебла був істотним за 95% рівня вірогідності у більш вологий 2014 р., а за посушливих умов 2016 р. – за 99 %.

Висока тіснота кореляції маси зерна у колосі головного пагона з масою сухої речовини його стебла у фазу цвітіння засвідчує важливу роль стебла як депо пластичних речовин у період до наливу зерна. Значна атрагувальна здатність стебла у цей період, коли колос ще не є потужним акцептором асимілятів, може підси-

лювати можливості фотосинтетичного апарату до утворення метаболітів завдяки запобіганню уповільнення асиміляції CO<sub>2</sub> їх надлишком [16, 17]. Таким чином, фотосинтетичний апарат збе-

рігає високу потужність і пізніше, коли починається налив зерна. Особливо важливим потенційний внесок асимілятів із стебла у наливання зерна стає за несприятливих умов довкілля.

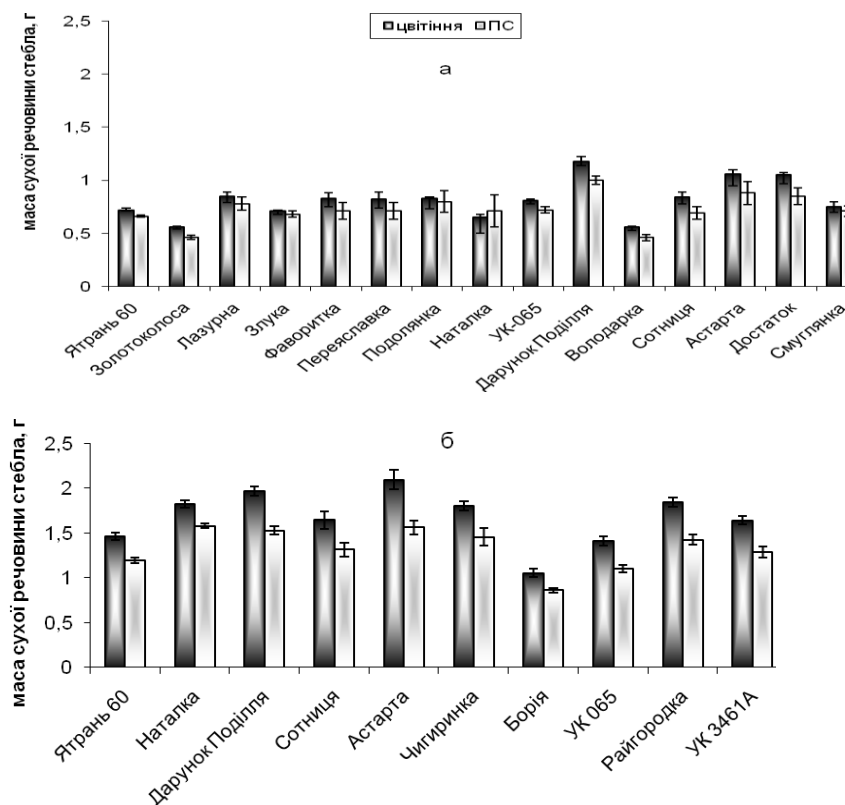


Рис. 1 Маса сухої речовини стебла головного пагона у фазу цвітіння та повної стиглості зерна різних генотипів пшениці озимої у 2014 (а) та 2016 (б) роках.

Таблиця 1. Зернова продуктивність колоса головного пагона, (г) генотипів пшениці озимої у різні за погодними умовами роки

2014 р.		2016 р.	
Сорт, лінія	Маса зерна з колоса головного пагона, г.	Сорт, лінія	Маса зерна з колоса головного пагону, г.
Ятрань 60	1,58±0,13	Ятрань 60	2,12±0,15
Дарунок Поділля	2,20±0,10	Дарунок Поділля	2,35±0,14
Астарта	1,57±0,05	Астарта	2,55±0,13
УК 065	1,23±0,11	УК 065	1,78±0,09
Сотниця	1,60±0,15	Сотниця	1,99±0,14
Наталка	0,89±0,09	Наталка	2,11±0,09
Золотоколоса	1,14±0,02	Чигиринка	2,05±0,10
Лазурна	1,46±0,13	Борія	1,48±0,09
Злука	1,34±0,13	УК 3431А	2,05±0,12
Фаворитка	1,75±0,10	Райгородка	2,14±0,09
Переяславка	1,87±0,16		
Подольнянка	1,33±0,30		
Володарка	1,30±0,19		
Достаток	1,98±0,16		
Смуглянка	1,46±0,11		

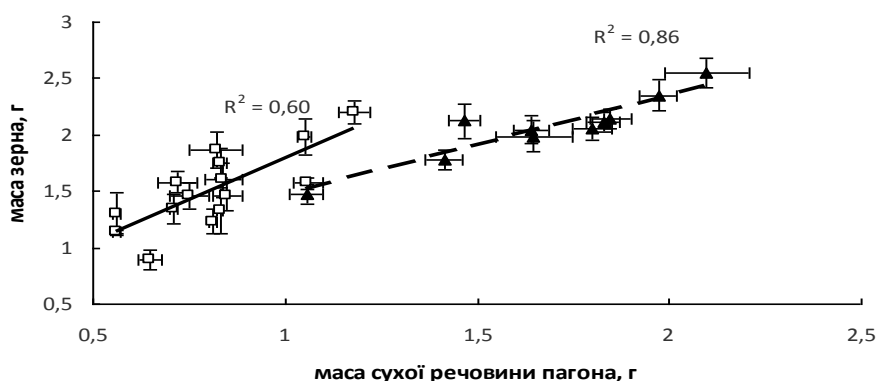


Рис. 2. Залежність маси зерна з колоса (г) від маси сухої речовини стебла головного пагона (г) у фазу цвітіння. Прим.: тут та на рис. 3: світлі позначки – 2014 р., темні – 2016.

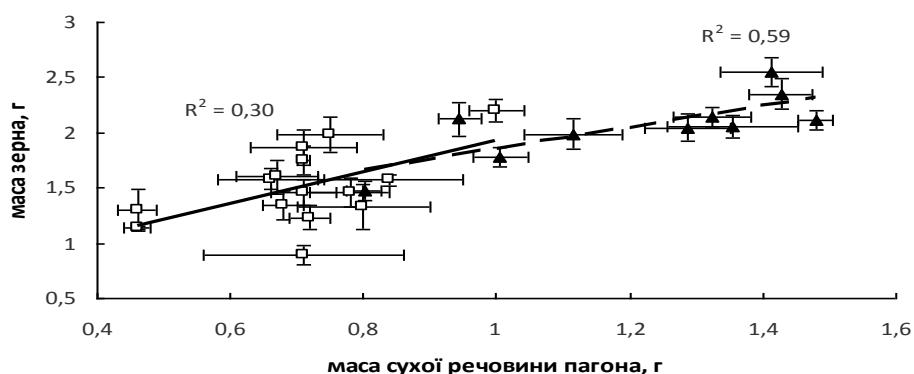


Рис. 3. Залежність маси зерна з колоса (г) від маси сухої речовини стебла головного пагона (г) у фазу повної стиглості зерна.

Таблиця 2. Коефіцієнти кореляції зв'язку маси зерна з колоса головного пагона та маси сухої речовини його стебла в окремі фази вегетації

Маса сухої речовини стебла головного пагона у фазу	Коефіцієнт кореляції	Критерій Фішера		
		фактичний	05	01
2014 р., число ступенів свободи = 13				
цвітіння	0,77±0,18	4,28	2,16	3,01
повної стиглості	0,55±0,23	2,39		
2016 р., число ступенів свободи = 8				
цвітіння	0,93±0,13	7,01	2,31	3,36
повної стиглості	0,77±0,23	3,39		

Отже, встановлено, що висока продуктивність сортів пов'язана з їх здатністю до запасання асимілятів у вегетативний період за різних погодних умов року. Тому маса сухої речовини стебла головного пагона у фазу цвітіння може слугувати ознакою, пов'язаною із зерновою продуктивністю головного пагона озимої пшениці.

### Висновки

1. Показано, що зернова продуктивність колоса головного пагона озимої пшениці пов'язана зі здатністю його стебла до запасання асимілятів у вегетативний період.

2. Виявлена висока тіснота кореляції маси зерна колоса головного пагона з масою сухої речовини його стебла у фазу цвітіння та повної

стиглості у різні за метеоумовами роки.

3. Встановлено, що маса сухої речовини стебла головного пагона у фазу цвітіння може

слугувати критерієм оцінки його зернової продуктивності

### Література

1. Long S.P., Ort D.R. More than taking the heat: crops and global change. *Plant Biology*. 2010. № 13. P. 241–248.
2. Masudaa T., Goldsmith P.D. World soybean production: Area harvested? Yield and long-term projections. *International Food and Agribusiness Management Review*. 2009. Vol. 12, № 4. P. 143–162.
3. Brown L.R. World of the edge. How to prevent environmental and economic collapse / Eds. W.W. Norton and Company. New York, London. 2011. P. 245.
4. Ray D.K., Ramankutty N., Mueller N.D. Recent patterns of crop yield growth and stagnation. *Nature communication*. 2012. № 3, number article: 1293.
5. Примененіе физиологии растений в селекции пшеницы [Пер. с англ. под ред. В.В. Моргуна]. К.: Логос, 2007. 492 с.
6. Hawkesford M.J., Araus J.-L., Park R., Calderini D., Miralles D., Zhen T., Zhang J., Parry M.A.J. Prospects of doubling global wheat yields. *Food and Energy Security*. 2013. № 2, P. 34–48.
7. Стасик О.О., Киризий Д.А., Прядкина Г.О. Фотосинтез и проблемы повышения продуктивности растений. *Физиология растений и генетика*. 2013. Т 45, № 6. С. 501–516.
8. Tyagi B.S., Shoran J., Singh G., Rane J., Mishra B. Grain yield improvement through increased assimilates and efficient partitioning of photosynthetes in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). 11<sup>th</sup> International Wheat Genetics Symposium: abstract (Brisben, QLD, Australia, 24–29 August 2008). Brisben, 2008. P. 303.
9. Derkx A.P., Orford S., Griffiths S., Foulkes M.J., Hawkesford M.J. Identification of differentially senescing mutants of wheat and impacts on yield, biomass and nitrogen partitioning. *Journal of Integrative Plant Biology*. 2012. № 54. P. 555–566.
10. Тищенко В.Н. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов и их корреляции с урожайностью в зависимости от условий года и генотипа озимой мягкой пшеницы. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2005. № 3. С. 97–102.
11. Reynolds M.P., Foulkes J., Furbank R., Griffiths S., King J., Murchie E., Parry M., Slafer G. Achieving yield gains in wheat. *Plant, Cell & Environment*. 2012. Vol. 35. P. 1799–1823.
12. Pedro A., Savin R., Habash D.Z., Slafer G.A. Physiological attributes associated with yield and stability in selected lines of a durum wheat population. *Euphytica*. 2011. Vol. 180. P. 195–208.
13. URL: <http://www.pogodaiclimat.ru/monitor.php?id=33345> (дата звернення: 28.02.2018).
14. Моргун В.В., Санін Є.В., Шваргау В.В. Клуб 100 центнерів. Сучасні сорти та оптимальні системи живлення й захисту озимої пшениці. К., 2015. 144 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 335 с.
16. Reynolds M.P., Pellegrineschi A., Skovmand B. Sink-limitation to yield and biomass: a summary of some investigation in spring wheat. *Ann. Appl. Biol.* 2005. Vol. 139. P. 466–473.
17. Кірізій Д.А., Шадчина Т.М., Стасик О.О., Прядкіна Г.О., Соколовська-Сергієнко О.Г., Гуляєв Б.І., Ситник С.К. Особливості фотосинтезу і продукційного процесу у високоінтенсивних генотипів озимої пшениці. К., 2011. 416 с.

### Reference

1. Long S.P., Ort D.R. More than taking the heat: crops and global change. *Plant Biology*. 2010. № 13. P. 241–248.
2. Masudaa T., Goldsmith P.D. World soybean production: Area harvested? Yield and long-term projections. *International Food and Agribusiness Management Review*. 2009. Vol. 12, № 4. P. 143–162.
3. Brown L.R. World of the edge. How to prevent environmental and economic collapse. Eds. W.W. Norton and Company. New York, London. 2011. P. 245.
4. Ray D.K., Ramankutty N., Mueller N.D. Recent patterns of crop yield growth and stagnation. *Nature communication*. 2012. № 3, number article: 1293.
5. Application of plant physiology in the selection of wheat [Per. with English. Ed. V.V. Morgun]. Kiev: Logos, 2007. 492 p.
6. Hawkesford M.J., Araus J.-L., Park R., Calderini D., Miralles D., Zhen T., Zhang J., Parry M.A.J. Prospects of doubling global wheat yields. *Food and Energy Security*. 2013. № 2. P. 34–48.
7. Stasik O.O., Kiriziy D.A., Priadkina G.A. Photosynthesis and problems of raising crop yield. *Plant physiology and genetics*. 2013. Vol. 45, № 6. P. 501–516.
8. Tyagi B.S., Shoran J., Singh G., Rane J., Mishra B. Grain yield improvement through increased assimilates and efficient partitioning of photosynthetes in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). 11<sup>th</sup> International Wheat Genetics Symposium: abstract (Brisben, QLD, Australia, 24–29 August 2008). Brisben, 2008. P. 303.
9. Derkx A.P., Orford S., Griffiths S., Foulkes M.J., Hawkesford M.J. Identification of differentially senescing mutants of wheat and impacts on yield, biomass and nitrogen partitioning. *Journal of Integrative Plant Biology*. 2012. № 54. P. 555–566.
10. Tishchenko V.N. Duration of the vegetative and interphase periods and their correlation with the yield depending on the conditions of the year and the genotype of winter soft wheat. *Newsletter of Poltava State Agrarian Academy*. Poltava. 2005. № 3. P. 97–102.
11. Reynolds M.P., Foulkes J., Furbank R., Griffiths S., King J., Murchie E., Parry M., Slafer G. Achieving yield gains in wheat. *Plant, Cell & Environment*. 2012. Vol. 35. P. 1799–1823.
12. Pedro A., Savin R., Habash D.Z., Slafer G.A. Physiological attributes associated with yield and stability in selected lines of a durum wheat population. *Euphytica*. 2011. Vol. 180. P. 195–208.

13. URL: <http://www.pogodaiclimat.ru/monitor.php?id=33345> (Last accessed: 28.02.2018).
14. Morhun V.V., Sanin Ie.V., Shvartau V.V. Club 100 centners. Modern varieties and optimum systems of nutrition and protection of winter wheat. K., 2015. 144 p.
15. Dospekhov B.A. Methodology of field experience. M.: Kolos, 1973. 335 p.
16. Reynolds M.P., Pellegrineschi A., Skovmand B. Sink-limitation to yield and biomass: a summary of some investigation in spring wheat. *Ann. Appl. Biol.* 2005. Vol. 139. P. 466–473.
17. Kirizii D.A., Shadchyna T.M., Stasik O.O., Priadkina H.O., Sokolovs'ka-Serhiienko O.H., Huliaiev B.I., Sytnyk S.K. Features of photosynthesis and production process in high-intensity genotypes of winter wheat. K., 2011. 416 p.

**ZBORIVSKA O.V., PRIADKINA G.O., SOKOLOVSKA-SERGIENKO O.G., MAKHARINSKA N.M.**

*Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylkivska str., 31/17, e-mail: masliukyvska@gmail.com*

**DEPENDENCE OF GRAIN PRODUCTIVITY OF THE MAIN SHOOT EAR ON THE STEM DRY MATTER WEIGHT IN VARIETIES OF WINTER WHEAT**

**Aim.** Estimation of the mass of dry matter of the stem of the main shoots of different varieties of winter wheat in the phases of flowering and full ripeness as a criterion for the grain productivity of its ear in years with different meteorological conditions. **Methods.** Field, morphometric, mathematical and statistical. **Results.** The mass of dry matter of the stem of the main shoots of winter wheat varieties was studied in years that differed significantly in weather conditions in the flowering phase and at full grain maturity. It was established that the mass of dry matter of the stem of the main shoot at the flowering and the full grain maturity varied significantly, respectively 0.6–1.2 g and 0.5–1.0 g in 2014, and 1.0–2.0 g and 0.8–1.5 g in 2016 depending on the variety, and under different growing conditions. Limits of variation of grain yield of the ear in 2014, ranged from 0.9 to 2.2 g and from 1.5 to 2.5 g in 2016. It was established that at the flowering, the correlation between the mass of grain from the head and the mass of the dry substance of the stem was significant at 99 % probability under growing conditions ( $r = 0.8–0.9$ ). **Conclusions.** It is shown that grain productivity of main shoot in winter wheat is related to the ability of its stem to store assimilates during the vegetative period. It was established that the mass of the dry matter of the stem of the main shoots in the flowering phase can serve as a criterion for assessing its grain productivity.

**Keywords:** *Triticum aestivum* L., mass of stem, grain yield.