

УДК (581.143.28+581.144+575.21):633.111

ФОРМУВАННЯ БІОМАСИ НА РАННІХ ЕТАПАХ ОНТОГЕНЕЗУ ТА УРОЖАЙНІСТЬ У ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

© 2017 р. Г. О. Прядкіна, О. В. Зборівська,
В. П. Оксьом, О. О. Стасик

*Інститут фізіології рослин і генетики
Національної академії наук України
(Київ, Україна)*

Досліджували динаміку накопичення надземної біомаси, розвитку асиміляційної поверхні та ефективності використання сонячної радіації у посівах нових високопродуктивних сортів і перспективних ліній озимої пшениці у період вегетативного росту. Виявлено значну фенотипну варіабельність цих показників в період весняно-літньої вегетації рослин. Встановлено, що сорти Астарта, Дарунок Поділля, Райгородка і лінія УК 065 вирізняються швидшим формуванням оптимального листового індексу посіву, більшим накопиченням біомаси на ранніх етапах онтогенезу. Показано, що формування більшої біомаси у період вегетативного росту у цих сортів сприяло збільшенню ефективності використання фотосинтетично активної радіації їх посівами у період від колосіння до молочно-воскової стиглості, зростанню кількості зерен на одиницю площі посіву та вищій урожайності.

Ключові слова: *Triticum aestivum*, ранні етапи онтогенезу, формування біомаси, висока продуктивність

Актуальність збільшення зернової продуктивності пшениці в сучасних умовах спричинена цілою низкою чинників. За прогнозами ООН, до 2050 р. кількість мешканців Землі зросте до 9 млрд. Така чисельність людства буде потребувати збільшення виробництва зерна пшениці приблизно на 40%, порівняно з нинішніми обсягами (Ray et al., 2012). Попит на основні продукти харчування вже випереджає зростання врожайності, що вказує на потенційний брак продовольства до середини століття (Long et al., 2015). Ситуацію загострюють також відсутність нових посівних площ, низький щорічний приріст урожайності озимої пшениці, кліматичні зміни (Long, Ort, 2010; Presidential Commission, 2012; Ray et al., 2013). Крім цього, зростання врожайності зернових культур з початку цього століття частково нівелюється агрономічними чинниками, пов'язаними з економічною політикою: зменшенням використання бобових у зернових сівозмінах і заміною їх ріпаком, а також тенденція до зниження кількості

внесених азотних добрив у країнах Євросоюзу (Brisson et al., 2010).

Тому зусилля світової наукової спільноти нині спрямовані на пошук нових ефективних шляхів підвищення врожайності в сучасних умовах (Zhu et al., 2010; Reynolds et al., 2011; Parry et al., 2011). Серед перспективних напрямів досліджень, які мають забезпечити зростання врожайності пшениці до 50% впродовж наступних 20 років, виділяють підвищення продуктивності і ефективності фотосинтезу, збільшення швидкості регенерації рибулозобісфосфату в циклі Кальвіна-Бенсона та активності ключового фотосинтетичного ферменту – рибулозобісфосфаткарбоксілази/оксигенази, модифікацію фотосинтетичного метаболізму C₃-рослин на більш ефективний (C₄-метаболізм), оптимізацію донорно-акцепторних відносин, збільшення загальної біомаси рослини при збереженні нинішнього рівня K_{госп} (Derckx et al. 2012; Parry et al., 2012; Pedro et al., 2012; Hawkesford et al., 2013; Стасик и др., 2016).

Зернова продуктивність озимої пшениці була значно збільшена у другій половині ХХ століття. Інтрогресія генів карликовості *Rht*

Адреса для кореспонденції: Прядкіна Галина Олексіївна, Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, вул. Васильківська, 31/17, Київ, 03022, Україна; e-mail: pryadk@yandex.ru

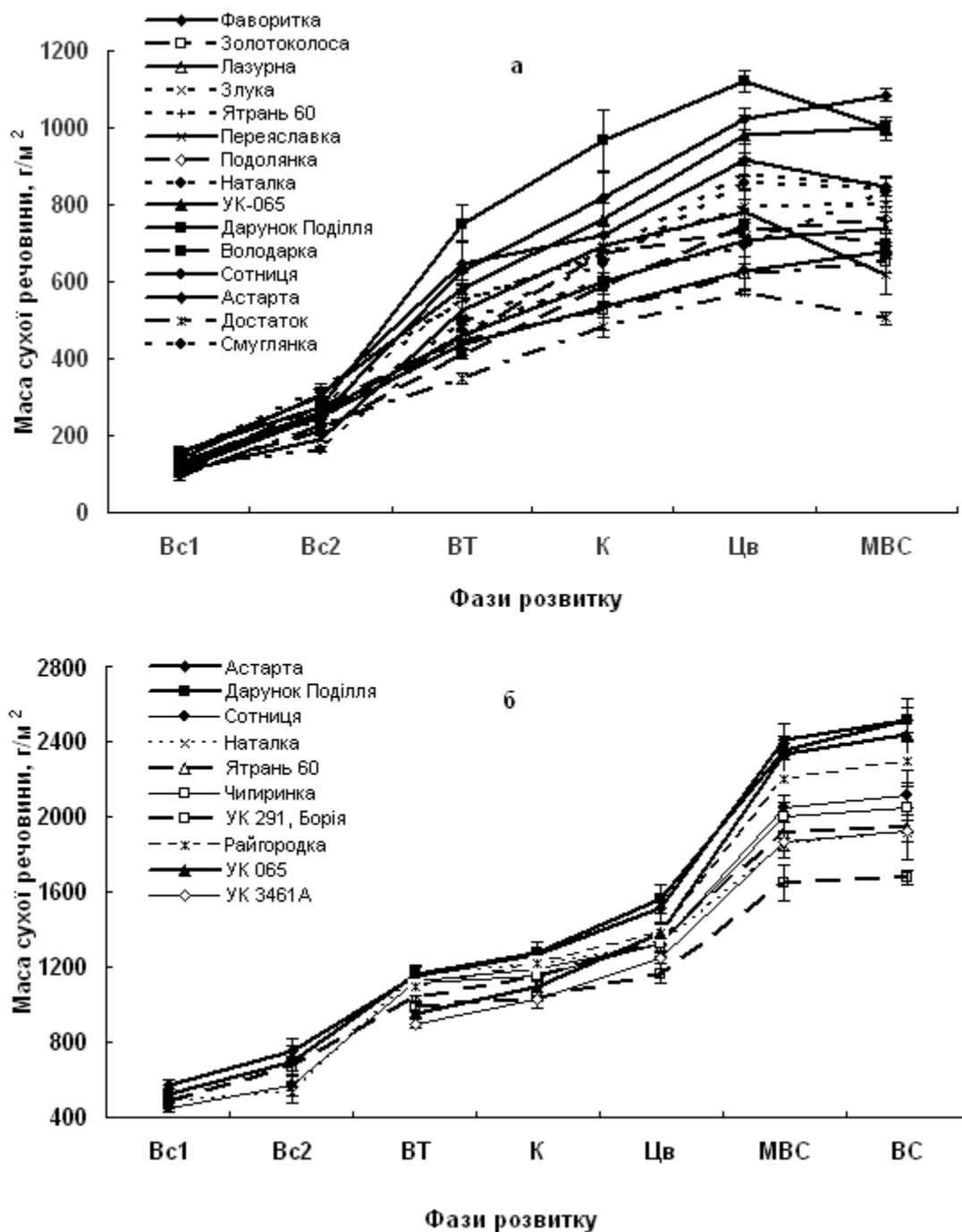


Рис. 1. Динаміка змін маси сухої речовини з 1 м² посіву (г/м²) різних сортів і ліній озимої пшениці впродовж весняно-літньої вегетації: а – 2014, б – 2016 р.

сприяла підвищенню частки зерна у загальній біомасі рослини ($K_{\text{госп}}$), проте є підстави вважати, що сучасні сорти досягли значень, близьких до максимально можливих (Reynolds et al., 2011). Тому зростання загальної біомаси рослини при збереженні нинішніх значень $K_{\text{госп}}$ вважають одним з резервів збільшення врожайності (Richards, 2000; Zhu et al., 2010; Кірізій та ін., 2011; Murchie, Niyogi, 2011; Parry et al., 2011; Моргун, Прядкіна, 2014).

Позитивний ефект збільшення надземної біомаси рослин пшениці на урожай, загалом, відзначають за різними показниками на різних етапах розвитку. Зокрема, є свідчення, що прискорене утворення біомаси в період вегетативного росту (Derkx et al.; 2012; Pedro et al., 2012), більша біомаса рослин з одиниці ґрунту в період до цвітіння (Тищенко, 2005) та вища загальна маса головного пагона у фазі повної стиглості, незалежно від того, за рахунок чого відбу-

ФОРМУВАННЯ БІОМАСИ НА РАННІХ ЕТАПАХ

Таблиця 1. Урожайність сортів пшениці озимої, порівняно з сортом стандартом (Київська обл., с.м.т. Глеваха)

Сорт, лінія	Урожай,			
	ц/га		% від сорту-стандарту	
	2014 р.	2016 р.	2014 р.	2016 р.
Ятрань 60	50,0±1,0	88,7±1,8	100	100
Дарунок Поділля	81,2±1,0	110,0±1,0	162*	124*
Астарта	61,2±1,2	117,3±1,4	122*	132*
УК-065	64,5±1,0	109,6±5,7	129*	123*
Сотниця	46,6±1,2	93,9±1,2	93	106*
Наталка	44,3±1,0	93,8±1,2	89*	106*

* - різниця з сортом-стандартом статистично достовірна при $P \leq 0,05$.

лося збільшення біомаси (Tyagi et al., 2008), супроводжувалися збільшенням зернової продуктивності. Все це свідчить про перспективність дослідження фізіологічних механізмів зростання врожайності, пов'язаних із збільшенням біомаси.

Метою даної роботи було вивчення взаємозв'язків між зростанням загальної біомаси надземної частини рослин сучасних сортів озимої пшениці на ранніх етапах онтогенезу та їх зерновою продуктивністю.

МЕТОДИКА

Об'єктами дослідження слугували сорти та перспективні лінії озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.), створені в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України. Досліди проводили на ділянках конкурсного випробовування Інституту (с.м.т. Глеваха, Київська обл.). Ґрунти – світло-сірі, опідзолені легкосуглинкові. Норма висіву рослин складала 5,5-6 млн. зерен на гектар. Мінеральне живлення ($N_{145}P_{90}K_{90}$) вносили частинами протягом вегетації. Агротехніка – загальноприйнята для посівів озимої пшениці в лесостеповій агрокліматичній зоні.

У 2014 р. за систематичним розміщенням висівали сорти Астарта, Достаток, Смуглянка, Злука, Ятрань 60, Переяславка, Подолянка, Наталка, Сотниця, Фаворитка, Золотоколоса, Лазурна, Дарунок Поділля, Володарка та лінію УК-065. В 2016 р. – сорти Астарта, Ятрань 60, Дарунок Поділля, Наталка, Сотниця, Чигиринка, Борія, Райгородка та лінії УК 3461А і УК 065.

Погодні умови протягом періоду від фази колосіння до початку молочної стиглості у ці роки суттєво різнилися: у 2014 р. характерним було перезволоження ґрунту, викликане надмірною (у 3 рази вищою за норму) кількістю опа-

дів у травні, а у 2016 р. – вищі за норму температури повітря та незначна кількість опадів.

Відбір рослин для визначення морфометричних показників проводили протягом періоду від фази видовження стебла до молочно-воскової стиглості. Для формування середньої проби відбирали підряд 20 пагонів (по 5 в кожному з 4-х повторень). Щільність рослин у посівах кожного генотипу визначали на чотирьох півметрових рядках та перераховували на кількість пагонів на 1 м^2 . Площа облікової ділянки кожної з повторень складала 10 м^2 . Фенологічні спостереження за фазами розвитку рослин проводили за Ф.М. Куперман (Куперман, 1977). Фіксацію окремих органів рослин для визначення в них сухої речовини проводили у сушильній шафі за температури 105°C впродовж 3 год і потім досушували до сталої маси.

Ефективність використання фотосинтетично активної радіації (ФАР) визначали за формулою J.L. Monteith як відношення різниці між величинами сухої надземної біомаси з одиниці площі посіву за певний період до сумарної величини ФАР за цей же проміжок часу (Monteith, 1977). Дані денної сумарної радіації були люб'язно надані директором Центральної геофізичної обсерваторії О.О. Косовцем.

Статистичну обробку даних проводили за допомогою програм Microsoft Excel за оцінкою істотності різниць вибірових середніх за t -критерієм Ст'юдента, кореляційний аналіз – за прописом Б.А. Доспехова, істотність тісноти кореляцій оцінювали за критерієм Фішера (Доспехов, 1973).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Досліджені сорти і лінії озимої пшениці істотно різнилися за швидкістю накопичення і кінцевим значенням маси сухої речовини пагонів на одиницю площі посіву. Різниця між сортами за біомасою рослин змінювалася протягом

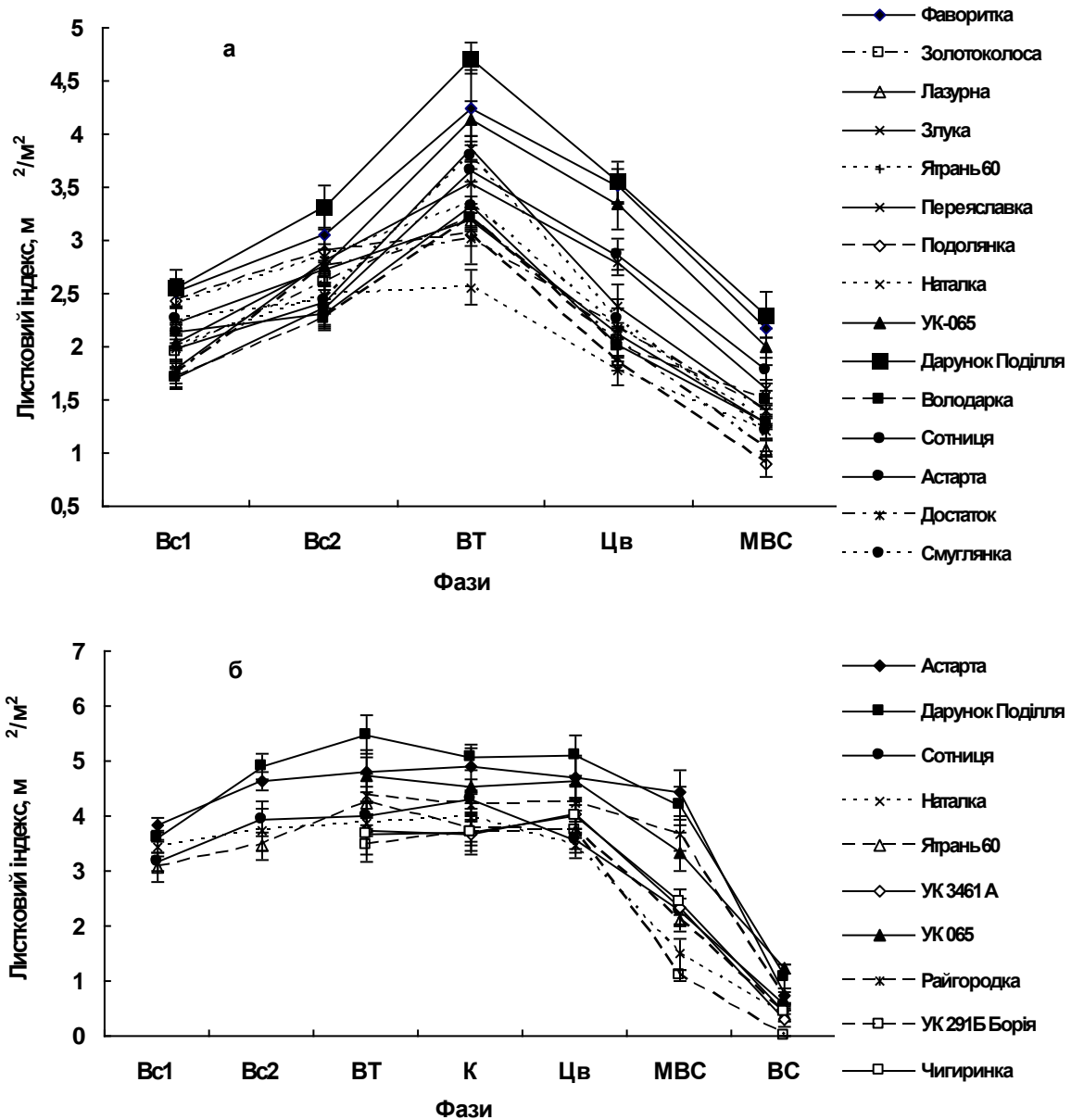


Рис. 2. Динаміка листкового індексу посівів (м²/м²) різних сортів і ліній озимої пшениці впродовж весняно-літньої вегетації 2014 р. (а) та 2016 р. (б).

вегетації і залежала як від погодних умов, так і від сортових особливостей (рис. 1).

У шести генотипів, які вирощували в обидва роки, у фазі видовження стебла у 2016 р. маса сухої речовини пагонів була у 3,2-4,3 раза вищою, ніж у 2014 р., а у фазі молочно-воскової стиглості зерна – у 2-3,1 раза. Найбільш та найменш продуктивні сорти в обидва роки досліджень за її величиною відрізнялися на 10-20% на ранніх етапах онтогенезу та на 50-100% у фазі молочно-воскової стиглості зерна.

У двох сортів – Дарунок Поділля та Астарта – та лінії УК 065, які за урожайністю перевищували сорт-стандарт Ятрань 60 майже на третину (табл. 1), спостерігали вищу, ніж у ін-

ших сортів, масу сухої речовини надземної частини посіву протягом всього досліджуваного періоду вегетації в обидва роки. Отже, найбільш високоврожайні новітні сорти озимої пшениці відрізнялися підвищеною біомасою пагонів на різних етапах онтогенезу за різних умов навколишнього середовища.

Очевидно, що фізіологічні чинники зростання урожайності, пов'язаного із збільшенням біомаси протягом онтогенезу, можуть бути різними. На ранніх етапах онтогенезу у сортів з вищою продуктивністю за рахунок більшої куцтності зростає листковий індекс посіву (загальна площа листків на одиницю площі посі-

ФОРМУВАННЯ БІОМАСИ НА РАННІХ ЕТАПАХ

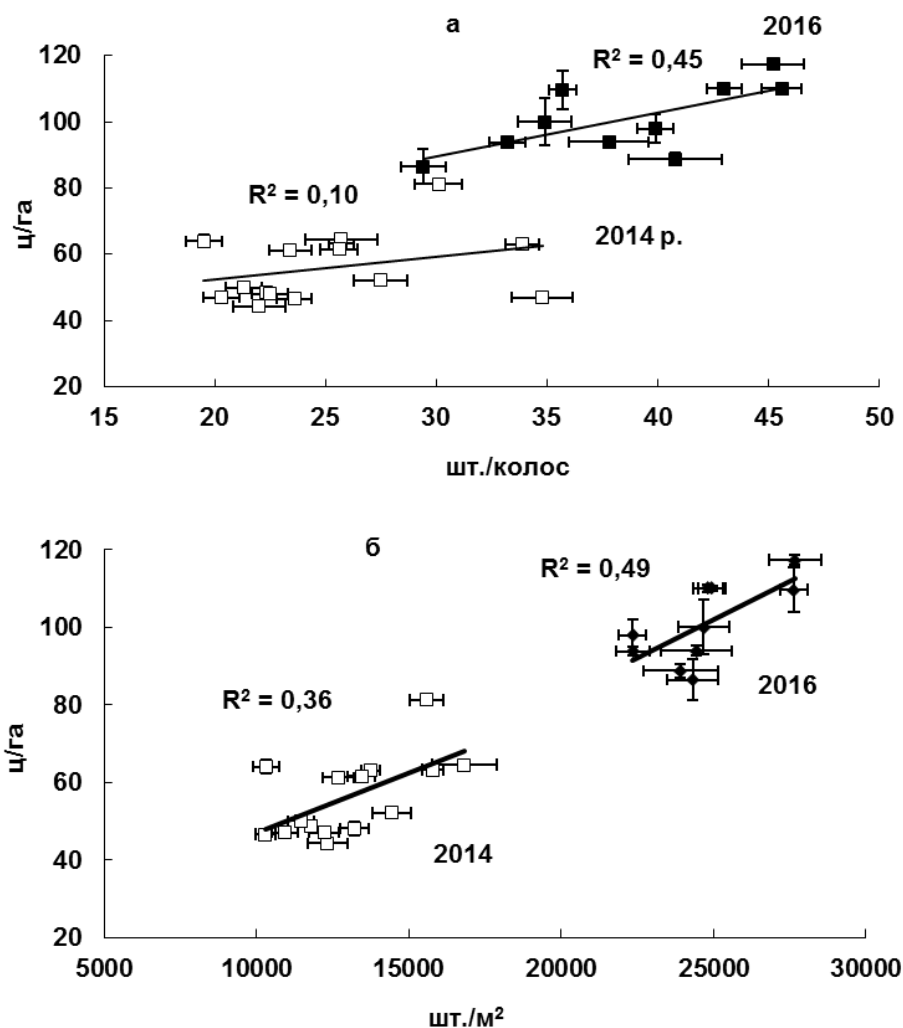


Рис. 3. Залежність урожаїв (ц/га) різних сортів озимої пшениці від кількості зерен з колоса (а) та з 1 м² (б) у 2014 (світлі позначки) та у 2016 (темні) рр.

ву) і відповідно площа проективного покриття ґрунту рослинністю (рис. 2).

Швидкий ріст асиміляційної поверхні на ранніх етапах онтогенезу сприяє збільшенню поглинання світла посівами і, таким чином, утворенню підвищеної кількості асимілятів, які можуть бути використані на подальший ріст. На користь такого припущення свідчить факт збільшення урожаю зерна ярої пшениці за підвищення концентрації CO₂ протягом періоду кінець куціння – початок фази виходу в трубку (Fischer, Aguilar, 1976). Показано також, що для злаків (пшениця, ячмінь та овес) протягом періоду від куціння до стадії подовження стебла (22-36 доба після появи сходів) спостерігали максимальну швидкість поглинання поживних речовин (Malhi et al., 2006).

Крім цього, на ранніх етапах органогенезу – на початку фази виходу у трубку – формуються колосові горбки, тобто визначається кі-

лькість колосків у колосі (Куперман, 1977). Отже, у рослин, що формують більшу біомасу на ранніх етапах і мають краще забезпечення асимілятами, може закладатися більша кількість зерен.

За нашими даними, досить тісна позитивна кореляція ($r = 0,67 \pm 0,26$) між кількістю зерен з колоса середнього пагона посіву та урожайністю існувала у рік з більш сприятливими умовами (2016 р.), тоді як за несприятливих умов вона була слабкою ($r = 0,31 \pm 0,26$) (рис. 3). Зв'язок між урожайністю та кількістю зерен з 1 м² був істотним в обидва роки ($r = 0,70 \pm 0,22$ та $0,60 \pm 0,22$, відповідно).

Нещодавно при вивченні формування біологічного та господарсько цінного урожаю озимих ліній пшениці, отриманих методом внутрішньовидової гібридизації сортів півдня України з ярими сортозразками різного похо-

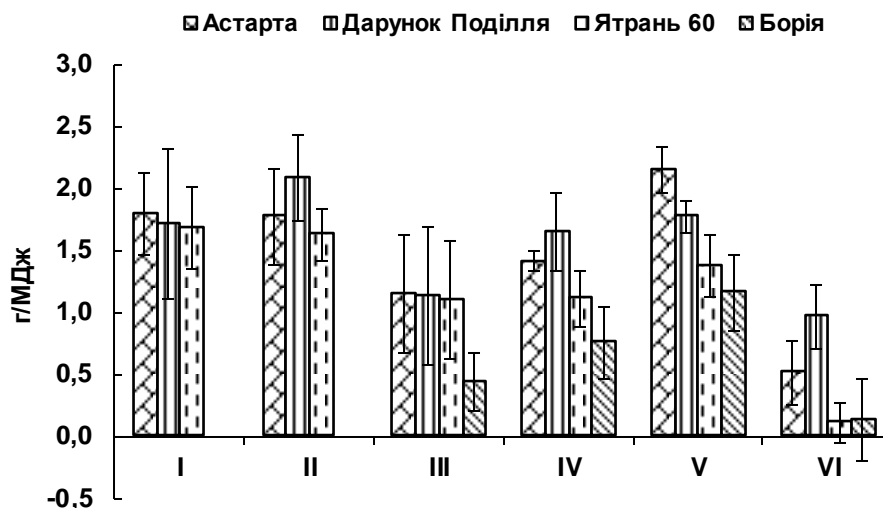


Рис. 4. Ефективність використання ФАР найбільш контрастними за урожайністю сортами і лініями озимої пшениці в окремі періоди вегетації. Міжфазні періоди позначено як: I – початок видовження стебла – видовження стебла, II – видовження стебла – вихід в трубку, III – вихід в трубку – колосіння, IV – колосіння – цвітіння, V – цвітіння – молочно-воскова стиглість, VI – молочно-воскова – воскова стиглість.

Таблиця 2. Коефіцієнти кореляції зв'язку між урожаєм озимої пшениці та ефективністю використання радіації в окремі періоди вегетації (число ступенів свободи – 8)

Період	Коефіцієнт кореляції	Критерій Фішера		
		фактичний	05	01
Вихід в трубку – колосіння	0,66±0,27*	2,46	2,31	3,36
Колосіння – цвітіння	0,69±0,26*	2,71		
Цвітіння – молочно-воскова стиглість	0,80±0,21*	3,74		
Молочно-воскова – воскова стиглість	0,74±0,24*	3,13		

* - тіснота кореляції значуща за $P \leq 0,01$.

дження, були виділені лінії, які відрізнялися інтенсивним осіннім та ранньовесняним ростом і розвитком та були здатні до інтенсивного весняного кушіння (Литвиненко та ін., 2015). Хоча в процесі онтогенезу більшість пагонів весняного утворення елімінувалися, однак у них, як правило, формувався великий добре озернений колос і рівень їх урожайності перевищував показник національних стандартів на 4-7%. Таким чином, як наші, так і літературні дані засвідчують, що високу масу сухої речовини пагонів посіву з одиничної площі ґрунту у період вегетативного розвитку рослин можна використовувати як ознаку високої урожайності.

Щоб оцінити чи впливав швидкий ріст асиміляційної поверхні на ранніх етапах вегетації на перетворення поглинутої ФАР на біомасу, було розраховано ефективність використання радіації (ЕВР) посівами сортів і ліній озимої пшениці в окремі періоди вегетації

2016 р. У період вегетативного росту (до фази колосіння) ЕВР менш урожайного сорту Ятрань 60 не відрізнялася від показників більш урожайних сортів Астарта та Дарунок Поділля (рис. 4).

Тенденцію до нижчих значень виявлено також у менш урожайного сорту Борія. Починаючи з періоду колосіння – цвітіння і до періоду молочно-воскова – воскова стиглість різниця між високоврожайними сортами Астарта та Дарунок Поділля і менш урожайними Ятрань 60 і Борія ставала істотною. Тіснота зв'язку між ефективністю використання ФАР та урожаєм озимої пшениці також ставала суттєвою, починаючи з періоду від колосіння до цвітіння: коефіцієнти кореляції варіювали від 0,66 до 0,80 (табл. 2).

Отже, більш швидке накопичення біомаси на ранніх етапах онтогенезу сприяло збільшенню ефективності використання ФАР на пі-

ФОРМУВАННЯ БІОМАСИ НА РАННІХ ЕТАПАХ

зніх етапах. Підвищення ефективності фотосинтезу посіву в період наливу зерна у сортів з більшою загальною біомасою, очевидно, було зумовлене формуванням потужнішого кінцевого акцептора фотоасимілятів – високоозерненого колоса. Крім того, у рослин пшениці в період колосіння – цвітіння проміжним акцептором асимілятів (депо) слугує стебло (Кірізій та ін., 2011), депонувальна ємність якого, ймовірно, була більшою у сортів з більшою масою пагона.

Таким чином, виявлено, що нові високопродуктивні сорти озимої пшениці Астарта, Дарунок Поділля та лінія УК065 вирізняються швидшим формуванням оптимального листкового індексу посіву, накопиченням біомаси на ранніх етапах онтогенезу, незалежно від кількості сформованих пагонів на початку фази виходу в трубку. Встановлено, що накопичення більшої біомаси у період вегетативного росту у цих сортів сприяло збільшенню ефективності використання ФАР їх посівами у період від колосіння до молочно-воскової стиглості, зростанню кількості зерен на одиницю площі посіву та вищій урожайності. Отримані дані підтверджують новітні тенденції селекційного підвищення урожайності пшениці завдяки зростанню фотосинтетичної продуктивності посіву і загальної біомаси рослини.

ЛІТЕРАТУРА

- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1973. – 335 с.
- Кірізій Д.А., Шадчина Т.М., Стасик О.О., Прядкіна Г.О., Соколовська-Сергієнко О.Г., Гуляев Б.І., Ситник С.К. Особливості фотосинтезу і продукційного процесу у високоінтенсивних генотипів озимої пшениці. – К.: Основа, 2011. – 416 с.
- Куперман Ф.М. Морфологія рослин. – М., 1977. – 288 с.
- Литвиненко Н.А., Соломонов Р.В., Щербина З.В. Формирование биологического и хозяйственного урожая у озимых линий от ярово-озимых гибридов пшеницы // Зрошуване землеробство: Зб. наук. праць. – 2015. – Вип. 63. – С. 118-124.
- Моргун В.В., Прядкіна Г.А. Эффективность фотосинтеза и перспективы повышения продуктивности озимой пшеницы // Физиология растений и генетика. – 2014. – Т. 46, № 4. – С. 279-301.
- Стасик О.О., Кірізій Д.А., Прядкіна Г.О. Фотосинтез и продуктивность сельскохозяйственных растений // Физиология растений и генетика. – 2016. – Т. 48, № 3. – С. 232-251.
- Тищенко В.Н. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов и их корреляции с урожайностью в зависимости от условий года и геноти- па озимой мягкой пшеницы // Вісн. Полтавської держ. аграрн. акад. – 2005. – № 3. – 97-102.
- Brisson N., Gate Ph., Gouache D., Charmet G., Ouri F.X., Huard F. Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France // Field Crop Res. – 2010. – V. 119. – P. 201-212.
- Derx 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 // J. Integr. Plant Biol. – 2012. – V. 54. – P. 555-566.
- Fischer R.A., Aguilar M. Yield potential in a dwarf spring wheat and the effect of carbon dioxide fertilization // Agron. J. – 1976. – V. 68. – P. 749-752.
- 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 Energy Security. – 2013. – V. 2. – P. 34-48.
- Long S.P., Marshall-Colon A., Zhu X.G. Meeting the global food demand of the future by engineering crop photosynthesis and yield potential // Cell. – 2015. – V. 161. – P. 56-66.
- Long, S.P., Ort D.R. More than taking the heat: crops and global change // Curr. Opin. Plant Biol. – 2010. – V. 13. – P. 241-248.
- Malhi S.S., Johnston A.M., Schoenau J.J., Wang Z.H., Vera C.L. Seasonal biomass accumulation and nutrient uptake of wheat, barley and oat on a Black Chernozem soil in Saskatchewan // Can. J. Plant Sci. – 2006. – V. 86. – P. 1005-1014.
- Monteith J.L. Climate and efficiency of crop production in Britain // Phil. Trans. Royal. Soc. Lond. – 1977. – V. 281, № 980. – P. 277-294.
- Murchie E.H., Niyogi K.K. Manipulation of photoprotection to improve plant photosynthesis // Plant Physiol. – 2011. – V. 155. – P. 86-92.
- Parry M.A.J., Hawkesford M.J. An integrated approach to crop genetic improvement // J. Integr. Plant Biol. – 2012. – V. 54. – P. 250-259.
- Parry M.A.J., Reynolds M., Salvucci M.E. Raising yield potential in wheat. II. Increasing photosynthetic capacity and efficiency // J. Exp. Bot. – 2011. – V. 62. – P. 453-467.
- 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. – V. 180. – P. 195-208.
- Presidential Commission Calls for More Ag Research. Funds. <http://www.wheatworld.org/news-events/2012/12/presidential-science-commission-calls-for-more-ag-research-funds/>
- Ray D.K., Mueller D.N., West P.C., Foley J.A. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050 // PLoS ONE. – 2013. – V. 8, № 6: e66428.
- Ray D.K., Ramankutty N., Mueller N.D., West P.C., Foley J.A. Recent patterns of crop yield growth and

- stagnation // Nature Communic. – 2012. – V. 3: 1293.
- Reynolds M., Bonnett D., Chapman S.C., Furbank R.T., Manes Y., Mather D.E., Parry M.A.J. Raising yield potential of wheat. I. Overview of a consortium approach and breeding strategies // J. Exp. Bot. – 2011. – V. 62. – P. 439-452.
- Richards R.A. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops // J. Exp. Bot. – 2000. – V. 51. – P. 447-458.
- Tyagi B.S., Shoran J., Singh G., Rane J., Mishra B. Grain yield improvement through increased assimilates and efficient partitioning of photosynthates in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) // Abstract of 11th International Wheat Genetics Symposium 24-29 August 2008. – Brisben, QLD, Australia. – P. 303.
- Zhu X.-G., Long S.P., Ort D.R. Improving photosynthetic efficiency for greater yield // Annu. Rev. Plant. Biol. – 2010. – V. 61. – P. 235-261.

Надійшла до редакції
20.01.2017 р.

BIOMASS FORMATION AT EARLY STAGES OF ONTOGENY AND YIELD IN HIGH-YIELDING VARIETIES OF WINTER WHEAT

G. A. Pryadkina, O. V. Zborovskaya, V. P. Oksem, O. O. Stasik

*Institute of Plant Physiology and Genetics
of National Academy of Sciences of Ukraine
(Kyiv, Ukraine)*

E-mail: pryadk@yandex.ru

The dynamics of accumulation of aboveground biomass, development of leaf assimilation surface and efficiency of solar radiation use in crops of new high-yielding varieties and lines of winter wheat during the period of vegetative growth were studied. Significant phenotypic variability of these parameters during the spring and summer growing season was found. It was revealed that varieties Astarta, Darunok Podillya, Raigorodka and line UK065 stand out more rapid formation of optimum leaf area index and larger accumulation of biomass in the early stages of ontogeny. It was shown that the formation of superior biomass during the vegetative growth contributed to the increasing the radiation use efficiency in their crops during the period from heading to milky-wax ripeness, the number of grains per crop area unit and to higher yields in these varieties.

Key words: *Triticum aestivum, early stages of ontogeny, the formation of biomass, high productivity*

ФОРМИРОВАНИЕ БИОМАССЫ НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА И УРОЖАЙНОСТЬ У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Г. А. Прядкина, О. В. Зборовская, В. П. Оксем, О. О. Стасик

*Институт физиологии растений и генетики
Национальной академии наук Украины
(Киев, Украина)*

E-mail: pryadk@yandex.ru

Исследовали динамику накопления надземной биомассы, развития ассимиляционной поверхности и эффективности использования солнечной радиации в посевах новых высокопродуктивных сортов и перспективных линий озимой пшеницы в период вегетативного роста. Обнаружена значительная фенотипическая вариабельность этих показателей в период весенне-летней вегетации растений. Установлено, что сорта Астартта, Дарунок Подилля, Райгородка и линия УК 065 отличаются более быстрым формированием оптимального листового индекса посева и большим накоплением биомассы на ранних этапах онтогенеза. Показано, что формирование большей биомассы в период вегетативного роста у этих сортов способствовало увеличению эффективности использования фотосинтетически активной радиации их посевами в период от колошения до молочно-восковой спелости, росту числа зерен на единицу площади посева и более высокой урожайности.

Ключевые слова: *Triticum aestivum, ранние этапы онтогенеза, формирование биомассы, высокая продуктивность*