

МОРГУН В.В., ШАДЧИНА Т.М., ДМИТРИЕВА В.В., ПРЯДКИНА Г.А.

*Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины
Украина, 03022, Киев, ул. Васильковская, 31/1, e-mail: phot-ecol@ifrg.kiev.ua*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОГЛОЩЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ АЗОТА У ВЫСОКОУРОЖАЙНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ УКРАИНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Проблемы обеспечения роста объемов продовольствия темпами, соответствующими скорости роста численности населения на Земле, а также сохранение экологической чистоты окружающей среды на нашей планете, являются одними из наиболее актуальных для человечества. Решение их предусматривает выращивание высоких урожаев сельскохозяйственных культур, в том числе, зерновых, с использованием экологически чистых технологий, основанных на внесении удобрений в строгом соответствии с потребностями растений в течение вегетации, а также внедрении сортов с высокой эффективностью использования элементов питания, в частности, азота. Последний является одним из наиболее важных макроэлементов. Его недостаток приводит к существенному снижению урожая. В то же время дозы вносимого в почву азота должны быть оправданы с точки зрения экономии удобрений для обеспечения высокой экономической эффективности производства растительной продукции, а также предотвращения загрязнения почвы и вод нитратными формами неиспользованного азота.

В мире пшеница занимает особое место среди злаков. Ей принадлежит более четверти от общего объема производства зерновых и она является главным источником пищи для более чем 1,5 млрд. человек на Земле [8]. Благодаря успехам "зеленой революции" в 60-е годы прошлого столетия был сделан существенный скачок в повышении урожайности этой культуры. Созданные короткостебельные сорта отличались высоким коэффициентом хозяйственно-ценного урожая и способностью давать высокий урожай в условиях загущенных посевов. Особенностью современных сортов пшеницы является улучшенная эффективность использования азота [4, 7, 8], под которой понимают способность посева производить урожай зерна в расчете на единицу доступного азота в почве [5]. Эта эффективность определяется способностью растений поглощать азот почвы и превращать его в урожай зерна [7].

В Украине в последнее десятилетие достигнуты весомые успехи в селекции озимой пшеницы. Созданные совместными усилиями селекционеров Института физиологии растений и генетики НАН Украины и Мироновского Института пшеницы им. В.М. Ремесла новые сорта пшеницы позволяют получать урожай зерна свыше 100 ц/га. Исследования особенностей фотосинтеза и продукционного процесса у контрастных по продуктивности сортов озимой пшеницы выявили тесную взаимосвязь между зерновой продуктивностью и величиной хлорофилльного потенциала, который определяется величиной листовой поверхности, продолжительностью жизни зеленых листьев и содержанием хлорофилла в них [3]. Известно, что содержание хлорофилла зависит от обеспеченности растений азотным питанием, при этом между концентрацией общего азота и хлорофилла в листьях в пределах каждой фазы вегетации существует тесная корреляционная связь [2]. Линейная зависимость между этими параметрами сохранялась также и при одновременном рассмотрении разных сортов. Следует отметить, однако, что исследования были проведены на растениях, выращенных в разных условиях обеспеченности азотным питанием, и генотипические различия могли маскироваться фенотипическими, обусловленными различиями в уровне азотного питания. Поэтому вопрос генотипических особенностей взаимосвязи между содержанием азота и хлорофилла в листьях разных сортов до последнего времени оставался открытым. Не изучены также особенности поглощения и реутилизации азота, от

которых зависит эффективность его использования в растениях озимой пшеницы сортов отечественной селекции.

Целью данной работы было сравнение показателей эффективности использования азота у контрастных по зерновой продуктивности сортов озимой пшеницы отечественной селекции. Для решения этих задач исследования были проведены на растениях отличающихся по продуктивности сортов озимой пшеницы, выращенных в одинаковых почвенно-климатических условиях при идентичном уходе за посевами.

Материалы и методы

Объектами исследований были растения сортов озимой пшеницы отечественной селекции Фаворитка, Володарка, Смуглянка, Мироновская 808 и гибридной линии УК-273. Сорт Смуглянка – короткостебельный, высокоинтенсивного типа, среднеранний. Он внесен в реестр сортов Украины в 2004 году. Фаворитка – среднестебельный, степной, интенсивного типа, среднеспелый сорт. Внесен в реестр в 2005 году. Аналогичные характеристики и у сорта Володарка, отличающегося от предыдущего меньшей высотой стебля. Линия гибрида УК-273 - среднерослая, раннеспелая. Оригинаторами всех этих генотипов являются Институт физиологии растений и генетики НАН Украины и Мироновский Институт им. В.М. Ремесла УААН. В качестве контроля был использован созданный в 1963 г. в Мироновском Институте пшеницы сорт Мироновская 808. Это среднепоздний сорт с высотой растений выше средней.

Пшеницу выращивали на участках одного поля с дерново-подзолистой почвой. Площадь каждого из участков составляла 10 м² (2006 г.) и 3 м² (2007 г.), повторность – 3х-кратная. Норма высева семян составляла 5,5 млн. шт./га. Дозы минеральных удобрений, внесенных под посев каждого из сортов, в 2006 году составляли 90 кг азота, фосфора и калия на гектар, в 2007 - 120 кг азота и по 90 кг фосфора и калия.

Содержание хлорофилла в листьях определяли путем спектрометрирования экстрактов пигментов, полученных из высечек листьев известной площади, в диметилсульфоксиде [9]. Общий азот определяли методом Кьельдаля [1]. Полученные данные использовали для исследования корреляционной связи между этими параметрами.

В фазу восковой спелости зерна определяли сырую и сухую надземные массы растений на 1 м², количество общего азота в ней, а также массу зерна и количество накопленного в нем общего азота. На основании этих данных определяли различные индексы, характеризующие сорта по урожайности и эффективности усвоения и использования азота [6]. Эффективность поглощения азота оценивали по отношению общего количества азота в надземной массе к общему количеству доступного азота в почве. Эффективность утилизации азота рассчитывали как отношение урожая зерна к общему азоту в надземной биомассе; индекс урожая - отношение массы зерна к надземной массе растения; азотный индекс урожая – отношение количества азота в зерне к общей надземной массе; эффективность продукции биомассы – отношение общей надземной биомассы к общему количеству азота в надземной части растения.

Результаты и обсуждения

Данные по зерновой продуктивности сортов озимой пшеницы, полученные за два года исследований, приведены в таблице 1.

В целом зерновая продуктивность всех сортов в 2006 году была ниже, чем в 2007 году. При этом наиболее низкой урожайностью характеризовался сорт Мироновская 808, а наиболее высокой, близкой между собой - сорта Фаворитка и Володарка. Гибрид УК-273 в ранге величин зерновой продуктивности занимал промежуточное положение между ними и сортом Мироновская 808. Такой порядок в расположении сортов по продуктивности сохранился и во второй год исследований. Средняя за два года зерновая продуктивность в пересчете на центнеры с 1 га у сорта Фаворитка составила 93 ц/га, у сорта Володарка - 90, у гибрида УК-273 - 73 и, наконец, у сорта Мироновская 808 - 51 ц/га. По сравнению с Мироновской 808, зерновая продуктивность сортов Фаворитка и

Володарка была в среднем на 80% выше, а Смуглянки и УК-273 - на 40%. Таким образом, исследуемые генотипы условно можно разделить на 3 группы: высокопродуктивные сорта - Фаворитка и Володарка, продуктивные генотипы - Смуглянка и УК-273 и малопродуктивный сорт Мироновская 808.

Таблица 1.

Зерновая продуктивность и индекс хозяйственно ценного урожая у разных сортов озимой пшеницы.

Сорт	Зерновая продуктивность, г/м ²				Индекс хозяйственно ценного урожая			
	2006		2007		2006		2007	
	г/м ²	%*	г/м ²	%*	г/м ²	%*	г/м ²	%*
Фаворитка	824±72	196	1041±55	172	0,46	144	0,53	115
Володарка	788±68	188	1008±35	167	0,43	134	0,53	115
Смуглянка	-	-	850±38	141	-	-	0,49	107
УК-273В	644±36	153	823±11	135	0,47	147	0,49	107
Мироновская 808	404±30	100	605±11	100	0,32	100	0,46	100

* - % относительно сорта Мироновская 808.

Исследуемые сорта отличались также по величине индекса хозяйственно ценного урожая. В 2006 году наиболее высокие значения индекса урожая были у гибрида УК-273 (0,47) и Фаворитки (0,46). Самым низким индексом урожая, как и величиной зерновой продуктивности, характеризовался сорт Мироновская 808 - 0,39. В 2007 году индексы урожая наиболее высокими были у сортов Фаворитка и Володарка (0,53), затем шли сорт Смуглянка и гибридная линия УК-273 – 0,49. Самый низкий индекс урожая был у сорта Мироновская 808 (0,46). Средняя за два года величина индекса хозяйственно ценного урожая для Фаворитки составила 0,50, для Володарки, УК-273 и Смуглянки – по 0,48, а для Мироновской 808 – 0,39.

Отличия между сортами наблюдались и в величинах содержания хлорофилла и общего азота в листьях, особенно в репродуктивный период. В отдельные фазы вегетации отмечена тесная положительная корреляция между этими биохимическими параметрами. Так, например коэффициент корреляции между концентрацией общего хлорофилла и азота в листьях в фазу молочно-восковой спелости составил $r = 0,97$ (рис.1). Этот факт можно трактовать как свидетельство того, что зависимость между содержанием хлорофилла в листьях растений озимой пшеницы является видоспецифичной и не зависит от сорта. А отличия в содержании хлорофилла в листьях разных сортов являлись следствием разного азотного статуса растений, обусловленные не различиями в содержании азотного питания в почве, а разной эффективностью его усвоения из нее.

Данные по сухой биомассе надземной части растений, суммарному количеству накопленного азота в ней и в зерне, а также вычисленные на их основе показатели, позволяют оценить эффективность усвоения и реутилизации азота у отличающихся по продуктивности генотипов озимой пшеницы (табл. 2).

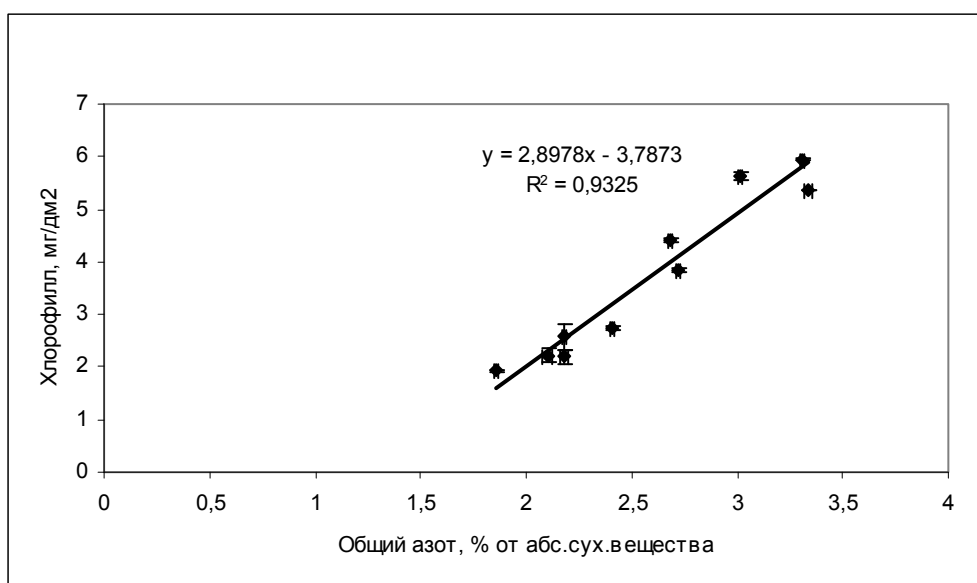


Рис. 1. Зависимость между содержанием хлорофилла и азота в листьях озимой пшеницы разных сортов в фазе молочно-восковой спелости.

Таблица 2.

Показатели использования азота у разных сортов озимой пшеницы.

Генотип		Фаворитка	Володарка	Смуглянка	УК-273	Мироновская 808
Показатели						
Абсолютно сухая надземная масса	г/м ²	1946±75	1908±70	1771±68	1711±65	1286,2±60
	% *	151	148	138	133	100
Общее количество азота в надземной массе	г/м ²	26,71±0,80	26,16±0,78	24,53±0,72	23,98±0,70	15,26±0,65
	%	175	171	161	157	100
Эффективность утилизации азота	г/г N	39,0±0,22	38,5±0,19	34,7±0,28	34,3±0,31	39,6±0,08
	%	98,5	97,2	87,6	86,6	100
Азотный индекс урожая		0,92±0,06	0,92±0,10	0,82±0,04	0,80±0,04	0,89±0,04
	%	103,4	103	92,1	89,9	100
Эффективность продукции биомассы	г/г N	72,9±0,63	72,9±0,50	72,2±0,66	71,4±0,63	84,3±0,34
	%	86,5	86,5	85,6	84,7	100

* - % относительно сорта Мироновская 808.

Масса надземной части растений пшеницы сортов Фаворитка и Володарка примерно на 50 % превышала таковую у сорта Мироновская 808, Смуглянка и УК-273 - на 30-40 %. По общему количеству накопленного азота в надземной биомассе различия были еще более выразительными. У сортов Фаворитка и Володарка общее количество азота было на 75-70 %, а у Смуглянки и УК-273 примерно на 60% выше, чем у сорта Мироновская 808. Учитывая то, что растения исследуемых сортов росли на делянках одного поля в одинаковых почвенно-климатических условиях, можно сделать

вывод о том, что более продуктивные сорта характеризуются и более эффективным поглощением азота из почвы. По отношению массы зерна к количеству азота в надземной массе можно оценить эффективность утилизации азота. По данным табл. 2 видно, что по этому показателю контрастные по зерновой продуктивности сорта Фаворитка, Володарка и Мироновская 808 практически не отличаются, тогда как у Смуглянки и УК-273, которые занимают промежуточное положение по зерновой продуктивности, эффективность утилизации азота примерно на 10% ниже.

Азотный индекс, который характеризует долю аккумулированного в зерне азота по отношению к общему ассимилированному азоту в надземной массе, также наибольшим был у Фаворитки, Володарки и Мироновской 808. По отношению к Мироновской 808 у Смуглянки и УК-273 этот показатель ниже примерно на 10%.

Эффективность продукции биомассы, которая определяется как отношение надземной массы к количеству азота в ней, оказалась наивысшей у сорта Мироновская 808. Для всех остальных более продуктивных по зерну генотипов пшеницы этот показатель практически одинаков и составлял около 86 % от его величины у Мироновской 808.

Выводы

1. Более высокопродуктивные генотипы озимой пшеницы Фаворитка, Володарка, Смуглянка и УК-273 характеризуются более эффективным поглощением азота из почвы.

2. Высокоурожайные генотипы пшеницы характеризуются более низкой эффективностью продукции надземной биомассы.

3. Селекция на высокую урожайность не привела к увеличению эффективности утилизации азота.

4. Не обнаружена связь между величиной азотного индекса урожая и зерновой продуктивностью у контрастных по этому показателю генотипов озимой пшеницы.

5. Взаимосвязь между содержанием хлорофилла и азота в листьях является видоспецифической и не зависит от сорта.

Литература

1. *Починок Х.Н.* Методы биохимического анализа растений. – Киев. – 1976.-334 с.
2. *Шадчина Т.М.* Наукові основи дистанційного моніторингу стану посівів зернових. – Київ. – 2001. – 220 с.
3. *Шадчина Т.М., Прядкіна Г.О., Моргун В.В.* Зв'язок між характеристиками фотосинтетичного апарату та зерною продуктивністю у різних сортів озимої пшениці /Досягнення і проблеми генетики, селекції і біотехнології. Збірник наукових праць. Т.2. – Київ. – 2007. –С. 410-415.
4. *Foulkes M.J., Sylvester-Bradley R., Scott R.K.* Evidence for differences between winter wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilization of applied fertilizer nitrogen //J. Agric. Sci. – 1998. – v. 130. – P. 29-44.
5. *Moll R.H., Kamprath E.J., Jackson W.A.* Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization // Agron. J. – 1982. – v. 74. – P. 562-564.
6. *Muurinen S., Slafer G. A., Peltonen-Sainio P.* Breeding Effects on Nitrogen Use Efficiency of Spring Cereals under Northern Conditions //Crop Sci. – 2006. – v. 46. – P. 561-568.
7. *Ortiz-Monasterio J.I., Sayre K.D., Rajaram S., McMahon M.* Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rates //Crop Sci. – 1997. – v. 37. – P. 898-904.
8. *Reynolds M.P., Rajaram S., Sayre K.D.* Physiological and genetic changes of irrigated wheat in the post-green revolution period and approaches for meeting projected global demand. //Crop Sci. – 1999. – v. 39. – P.1611-1621.

9. 9. *Wellburn A. R.* The Spectral Determination of Chlorophylls a and b, as well Total Carotenoids, Using Various Solvents with Spectrophotometers of Different Resolution //Journal of Plant Physiology. – 1994. – 144. – 3. – P. 307-313.

Резюме

Визначали надземну біомасу, зернову продуктивність, вміст загального азоту в надземній біомасі та в зерні сортів (Фаворитка, Володарка, Смуглянка, Миронівська 808) та гібридної лінії (УК-273) озимої пшениці української селекції, які відрізнялись за зерною продуктивністю. Показано, що більш висока ефективність використання азоту у високопродуктивних генотипів озимої пшениці Фаворитка, Володарка, Смуглянка та УК-273 визначається більш ефективним його поглинанням з ґрунту. При цьому контрастні за зерною продуктивністю сорти не відрізнялись за ефективністю утилізації азоту. В той же час накопичення надземної біомаси у високоурожайних генотипів було нижчим. Показано також, що взаємозв'язок між вмістом хлорофілу та азоту в листках є видоспецифічним та не залежить від сорту.

Определяли надземную биомассу, зерновую продуктивность, содержание общего азота в надземной биомассе и зерне у отличающихся по зерновой продуктивности сортов озимой пшеницы отечественной селекции Фаворитка, Володарка, Смуглянка, Мироновская 808 и гибридной линии УК-273. Показано, что более высокая эффективность использования азота у высокопродуктивных генотипов озимой пшеницы Фаворитка, Володарка, Смуглянка и УК-273 определяется более эффективным его поглощением из почвы. При этом контрастные по зерновой продуктивности сорта не отличались по эффективности утилизации азота. В тоже время накопление надземной биомассы у высокоурожайных генотипов было ниже. Показано также, что взаимосвязь между содержанием хлорофилла и азота в листьях является видоспецифической и не зависит от сорта.

The upground biomass, grain yield, total nitrogen content in the grain and upground biomass in contrast on grain productivity winter wheat cultivars (Favoritka, Volodarka, Smuglyanka, Myronivska 808 and hybrid line UK-273) has been estimated. It is shown, that higher nitrogen use efficiency in high yield genotypes of winter wheat plants Favoritka, Volodarka, Smuglyanka and UK-273 is defined by more effective nitrogen uptake from the soil, whereas there were no differences observed in nitrogen utilization efficiency in the cultivars. The high-yield genotypes had lower biomass accumulation. It is shown, also, that the interrelation between leave total chlorophyll and nitrogen contents is species-specific and is the same in different cultivars.

ПАЛАЧОВ С.В., ПРОСКУРНІН М.В.

*Харківський Національний Аграрний Університет ім. В.В. Докучаєва,
Україна, 62483, м. Харків, п/в "Комуніст – 1, учбове містечко, sergey-palachev@rambler.ru*

ВИКОРИСТАННЯ ГАММА-ПРОМЕНІВ ПРИ СТВОРЕННІ ЛІНІЙ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ З ПІДВИЩЕНИМ РІВНЕМ ЗАГАЛЬНОЇ АДАПТИВНОСТІ

Сучасні підходи до управління генотиповою мінливістю в селекції рослин засновані на положеннях екологічної генетики про особливості формування і функціонування адаптивного потенціалу вищих організмів. У числі таких принципово нові погляди на роль мутацій і рекомбінацій у квіткових рослин, на генетичну природу структурної організації і функціонування кількісних ознак, на рослину як інтегровану систему генетичних детермінантів ядра і цитоплазми.