

ФОРМИРОВАНИЕ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЯРОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Т.А. Асеева, член-корреспондент РАН, К.В. Зенкина, И.Б. Трифунтова

*Хабаровский федеральный исследовательский центр ДВО РАН
Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
680521, Хабаровский район, п. Восточный
E-mail: aseeva59@mail.ru*

Цель исследований – изучить особенности формирования листовой поверхности яровых зерновых колосовых культур в агроэкологических условиях Среднего Приамурья. Объект исследований – сорта ярового овса Экспресс, яровой мягкой пшеницы Хабаровчанка, ярового тритикале Укро. Показаны особенности формирования поверхности листьев яровых зерновых колосовых культур на основных этапах органогенеза и установлена максимальная площадь листовой поверхности растений в фазе колошения – цветения. Отмечена предельная площадь флагового листа у овса и тритикале – в фазе трубкования, у пшеницы – в фазе колошения. В благоприятных условиях у растений овса формируется до 7 ярусов листьев, пшеницы и тритикале – 5-6 ярусов, однако при воздействии негативных факторов окружающей среды листовой аппарат существенно уменьшается. Определена высокая и прямая корреляционная зависимость урожайности яровых зерновых колосовых культур от общей площади листовой поверхности растений ($R=0,891-0,986$). Формирование площади листовой поверхности зерновых колосовых культур сильно зависело от комплекса агрометеорологических условий вегетации – температуры приземного слоя воздуха, фотосинтетической активной радиации и влагообеспеченности.

FEATURES OF THE LEAF SURFACE FORMATION OF SPRING CROP IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE AMUR REGION

Aseeva T.A., Zenkina K.V., Trifuntova I.B.

*Khabarovsk Federal Research Center
of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences Far Eastern Agricultural Research Institute,
680521, Khabarovskiy rayon, p. Vostochniy
E-mail: aseeva59@mail.ru*

The aim of the research was to study the features of the leaf surface formation of spring crops in the agroecological conditions of the Middle Amur region. The objects of research were: spring oats cultivar Express, spring soft wheat cultivar Khabarovchanka, spring triticale cultivar Ukro. The features of the spring cereal crops leaf surface formation at the main stages of organogenesis were shown. Also, the maximal leaf surface area of plants during the earing-flowering periods was established. The uttermost area of the flag leaf was determined during the jointing period for oats and triticale, and during earing stage – for wheat. Under favorable conditions, up to 7 leaf layers were formed in oats, 5-6 layers – for triticale and wheat, however, under the influence of negative environmental factors, a significant decrease in leaf apparatus was observed. A high direct correlation ($R=0.891-0.986$) between the yield of spring cereal crops and the total leaf surface area of plants was established. The formation of leaf surface area of cereal crops strongly depended on the complex of agrometeorological conditions of the growing season: the temperature of the surface air layer, photosynthetically active radiation and moisture supply.

Ключевые слова: зерновые культуры, яровой овес, яровая пшеница, яровое тритикале, листовая поверхность, погодные условия, Среднее Приамурье

Key words: cereal crops, spring oats, spring wheat, spring triticale, leaf surface, weather conditions, Middle Amur region

В решении проблемы увеличения производства зерна, наряду с повышением культуры земледелия и совершенствованием агротехники возделывания, важная роль принадлежит изучению физиологических основ урожайности, в частности одного из основных ее факторов – фотосинтетической деятельности листьев сельскохозяйственных культур [1-5]. Мощность развития фотосинтетического аппарата и эффективность его работы определяют уровень продуктивности растений [6], поскольку 90-95% их сухой массы создается в процессе фотосинтеза [7]. Наиболее полное использование фотосинтетической активной радиации (ФАР) зависит от оптимальной площади листовой поверхности, формирование которой обусловлено условиями вегетации во время роста и развития растений [8]. Наибольшая продуктивность растений обеспечивается достаточно длительной работой фотосинтетического аппарата, которая возможна только при непрерывном поступлении таких жизненно важных факторов, как тепло, свет, влага, воздух и питание в оптимальных количествах и в соответствии с потребностями растения [9].

Высокий вклад в фотосинтезирующую деятельность зерновых культур вносят верхние листья растений [10]. Нижние листья играют важную роль на первых этапах развития, когда формируется корневая система и зачаточный колос, а листья верхних ярусов (стеблевые листья) как более крупные и долгоживущие имеют решающее значение в ассимиляционной работе растения, особенно в период налива зерна [11]. Самой высокой фотосинтетической активностью по сравнению с другими ассимилирующими органами обладает флаговый лист [12]. На тесную зависимость величины урожая зерновых культур от размера листового аппарата указывают многие исследователи [13]. Изучение процессов формирования и функционирования аппарата фотосинтеза растений является актуальным, так как все мероприятия, направленные на увеличение фотосинтетической деятельности растений, опосредованно влияют на их продуктивность [14].

В связи с этим целью настоящей работы было изучить особенности формирования листовой поверхности яровых зерновых колосовых культур в агроэкологических условиях Среднего Приамурья.

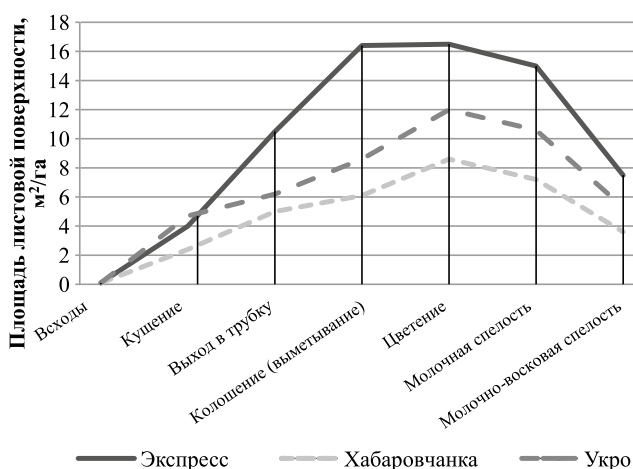
Методика. Полевые опыты проведены в 2017-2019 гг. на опытных полях Дальневосточного НИИ сельского хозяйства (Хабаровский край). Почва – лугово-бурая оподзоленно-глеевая тяжелосуглинистая. Объект исследований – сорта ярового овса Экспресс, яровой мягкой пшеницы Хабаровчанка, ярового тритикале Укро. Предшественник – черный пар. Срок посева – оптимальный (третья декада апреля). Норма высева – 4,5-5,5 млн всхожих зерен/га. Площадь делянок составляла 4 м², размещение делянок – рендомизированное, повторность – 3-кратная. Учеты и наблюдения проведены в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных растений [15].

Площадь листовой поверхности растений рассчитывали методом промеров для зерновых культур с линейной формой листьев [16] – путем умножения значений их длины на ширину и коэффициент 0,67 с последующим пересчетом на 1 га посева. Площадь листьев определяли в основные фазы вегетации: всходы, кушение, выход в трубку, колошение (выметывание), цветение, молочная спелость, молочно-восковая спелость. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена согласно Методике полевого дела [17]. Рассчитанные коэффициенты корреляции статистически значимы при 95% уровне достоверности ($P < 0,05$).

Гидротермические условия в годы опытов складывались следующим образом: сумма среднесуточных температур воздуха за апрель-август составляла 2260,2-2421,0 °С при среднемноголетней норме 2301,4 °С, количество выпавших осадков – 506,8 мм (2017 г.), 482,0 мм (2018 г.), 729,2 мм (2019 г.) при среднемноголетнем значении 466,0 мм, сумма ФАР – 2685-2925 МДж/м² при среднемноголетнем значении 2826 МДж/м².

Результаты и обсуждение. Анализ морфометрических параметров растений колосовых культур в различных гидротермических условиях показал неодинаковые темпы нарастания и формирования площади листовой поверхности в зависимости от ассимиляционного аппарата, связанного с биологическими особенностями сельскохозяйственных культур. В среднем за годы исследований у яровых зерновых культур максимальная листовая поверхность достигалась в фазе колошения – цветения – 16,5 м²/га у овса, 12,0 м²/га у тритикале, 8,6 м²/га у пшеницы (рис.). У ярового овса в агроэкологических условиях Среднего Приамурья мощная листовая поверхность формировалась за счет большей облиственности растений и образования более длинных и широких листовых пластинок. К молочной и молочно-восковой спелости отмечено естественное снижение площади листовой поверхности у всех зерновых культур за счет естественного отмирания нижних ярусов листьев.

Урожайность зерна по годам у ярового овса сорта Экспресс составляла 5,9-7,1 т/га со средним значением 6,4 т/га, у сортов яровых пшеницы и тритикале – соответственно 1,5-3,8 и 2,1-4,2 т/га со средними значениями 2,5 и 3,1 т/га. В изучаемые годы установлена тесная корреляционная связь урожайности зерновых культур с ассимиляционной поверхностью листьев в фазе колошения (выметывание) – цветения. Сопряженность между площадью листьев растений в период их максимального развития и урожаем зерна носит положительный характер ($R=0,891-0,986$) и свидетельствует о высокой зависимости показателей между собой. Варьирование урожайности по годам ($V=10-30\%$) в значительной степени связано с изменчивостью величин поверхности листьев, а также с различной реакцией генотипов на стрессовые условия окружающей среды.



Площадь листовой поверхности (м²/га) зерновых колосовых культур в условиях Среднего Приамурья (2017-2019 гг.).

В благоприятные годы растения ярового овса формировали до 7 ярусов листьев, а яровой пшеницы и ярового тритикале – от 5 до 6 ярусов. В лимитированных условиях у генотипов яровых зерновых культур листовой аппарат уменьшался на 20-30%. Нарастание листовой поверхности флагового листа до максимума наблюдали в фазе трубкования у яровых овса и тритикале – соответственно 34,5 и 25,0 см² с растения, у яровой пшеницы – в период колошения – 17,6 см². Варьирование морфометрических параметров флагового листа в экологических условиях региона было незначительным по годам, о чем свидетельствуют значения коэффициентов вариации (V): 10-15 % – по длине и 5-10 % – по ширине.

Для оценки продуктивности растений зерновых культур в почвенно-климатических условиях Среднего Приамурья определена корреляционная зависимость формирования площади листовой поверхности от метеорологических факторов окружающей среды в основные периоды органогенеза (табл.). Условия вегетации свидетельствуют о том, что для каждого года характерны явления, которые отрицательно или положительно влияют на факторы оптимального роста и развития растений. Способность зерновых культур усваивать и аккумулировать в процессе фотосинтеза солнечную энергию зависит от температуры приземного слоя воздуха, влагообеспеченности пахотного горизонта и поступления ФАР на земную поверхность.

На протяжении вегетации (кушение – восковая спелость) для формирования листовой поверхности яровому овсу требуются высокие температуры приземного слоя воздуха, значительное поступление ФАР и достаточное количество осадков. Расчет корреляционных взаимосвязей формирования максимальной площади листовой поверхности в период колошения – цветения с гидротермическими условиями вегетации свидетельствует о высокой степени зависимости. При этом установлено, что потребность в тепле, солнечном свете и влаге у зерновых культур различна.

Таким образом, площадь листовой поверхности яровых зерновых колосовых культур в агроэкологических условиях Среднего Приамурья формируется в широких пределах в зависимости от биологических особенностей сельскохозяйственных культур, различных этапов развития растений и климатических факторов окружающей среды. Для формирования максимальной листо-

Формирование площади листовой поверхности растений зерновых культур под действием метеорологических факторов (2017-2019 гг.)

Период вегетации	Агрометеорологический фактор	Коэффициент корреляции		
		яровой овес	яровая пшеница	яровое тритикале
Посев – всходы	Σ t, C°	-0,801	0,620	-0,443
	Σ осадков, мм	0,691	0,456	-0,340
Всходы – кущение	ФАР, МДж/м ²	0,720	-0,199	-0,199
	Σ t, C°	0,450	-0,844	0,623
Кущение – выход в трубку	Σ осадков, мм	0,711	0,247	-0,382
	ФАР, МДж/м ²	0,931	-0,717	0,451
Выход в трубку – колошение	Σ t, C°	0,871	0,512	-0,216
	Σ осадков, мм	0,451	0,271	-0,209
Колошение – цветение	ФАР, МДж/м ²	0,931	0,370	-0,292
	Σ t, C°	0,170	0,277	-0,854
Цветение – молочная спелость	Σ осадков, мм	0,071	-0,290	0,249
	ФАР, МДж/м ²	0,887	-0,453	-0,348
Молочная – восковая спелость	Σ t, C°	0,676	0,506	-0,126
	Σ осадков, мм	0,269	0,619	-0,413
Посев – восковая спелость	ФАР, МДж/м ²	0,951	0,699	-0,499
	Σ t, C°	0,646	0,206	-0,786
Посев – всходы	Σ осадков, мм	0,214	0,314	-0,787
	ФАР, МДж/м ²	0,618	0,014	0,725
Всходы – кущение	Σ t, C°	0,401	0,401	-0,192
	Σ осадков, мм	0,331	0,064	-0,136
Кущение – выход в трубку	ФАР, МДж/м ²	0,949	0,725	0,412
	Σ t, C°	0,871	0,550	-0,418
Выход в трубку – колошение	Σ осадков, мм	0,541	0,548	0,370
	ФАР, МДж/м ²	0,934	-0,514	0,476

вой поверхности растениям ярового овса необходимы высокие температуры приземного слоя воздуха, достаточная влагообеспеченность посевов и поступление солнечной радиации на земную поверхность в течение вегетации. Для увеличения площади листьев ярового тритикале требуется прохладная погода, а чрезмерная солнечная радиация угнетает рост и развитие растений яровой пшеницы.

Литература.

1. Колесников Л.Е., Чекурова С.С., Колесникова Ю.Р. Выявление основных факторов, влияющих на структуру урожайности пшеницы и ее изменчивость в условиях Ленинградской области // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. – 2019. – N 2. – С. 22-28.
2. Евтушкова Е.П. Фотосинтетическая деятельность и урожайность зернофуражных культур в условиях Северного Зауралья // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2017. – N 5. – С. 59-62.
3. Гарбар Л.А., Ковтун Т.В. Формирование площади листовой поверхности гибридов подсолнечника под влиянием минерального удобрения // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2018. – N 11. – С. 19-24.
4. Зиновьев С.В., Кузьмин А.А. Изучение фотосинте-

тической активности агроценоза яровой пшеницы в зависимости от экологических условий // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. – 2016. – N 2. – С. 77-81.

5. Халитов Н.Г. Оптимизация площади листовой поверхности проса и гречихи // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. – 2010. – N 5. – С. 7-10.
6. Мухитов Л.А. Влияние условий водообеспеченности на формирование листовой поверхности разных экотипов яровой пшеницы в лесостепи Оренбургского Предуалья // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2010. – N 4. – С. 35-37.
7. Гончаров А.Д. Листовая поверхность и фотосинтетический потенциал посевов гречихи в зависимости от способа возделывания // *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета*. – 2009. – N 1. – С. 30-33.
8. Никитина В.И., Бахтин Д.С. Изменчивость и наследование площади листовой поверхности у родительских сортов и гибридов ярового ячменя в условиях Красноярской лесостепи // *Вестник КрасГАУ*. – 2011. – N 12. – С. 116-120.
9. Моисеева К.В. Фотосинтетическая деятельность сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Зауралья // *Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина*. – 2017. – N 4. – С. 189-191.
10. Тетяников Н.В., Боме Н.А. Изменчивость морфометрических параметров флагового листа коллекционных образцов ячменя по взаимосвязи с урожайностью // *Успехи современной науки*. – 2017. – T 2. – N 10. – С. 104-109.
11. Рахимов М.М., Ниязмухамедова М.Б. Формирование листовой поверхности посевов озимой пшеницы местных и интродуцированных сортов в разных природно-экологических регионах // *Известия академии наук республики Таджикистан*. – 2011. – N 2. – С. 51-61.
12. Тысленко А.М., Зуев Д.В. Листовая поверхность сортов яровой тритикале в условиях Владимирской области // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. – 2019. – N 11. – С. 134-137.
13. Магарамов Б.Г., Муслимов М.М., Куркиев К.У. Развитие листовой поверхности растений овса при различных способах обработки почвы // *Известия Дагестанского государственного аграрного университета*. – 2019. – N 4. – С. 88-91.
14. Карпова Г.А., Теплицкая Д.Г. Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза растений яровой мягкой пшеницы Экада П13 при использовании регуляторов роста // *Тенденции развития науки и образования*. – 2019. – N 52. – С. 93-95.
15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – Вып. 2. – 267 с.
16. Дмитриев Н.Н., Хуснидов Ш.К. Методика ускоренного определения площади листовой поверхности сельскохозяйственных культур с помощью компьютерной технологии // *Вестник КрасГАУ*. – 2016. – N 7. – С. 88-93.
17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Поступила в редакцию 16.03.20
Принята к публикации 10.04.20