



Научная статья
УДК 633.111.1«324»631.87
doi: 10.55186/25876740_2023_66_2_168

СВЯЗЬ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ПО СКОРОСПЕЛОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ПРОДУКТИВНОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

С.В. Косенко

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты изучения площади листовой поверхности растений различных по скороспелости сортов озимой пшеницы. Целью исследований являлось изучение физиологических параметров фотосинтетической деятельности озимой пшеницы. Исследования проводили в лесостепной зоне Пензенской области на базе лаборатории селекционных технологий ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в 2019–2021 гг. Выявлены различия в динамике изменения признака на основных этапах онтогенеза: кущение, выход в трубку, цветение. В начальный период роста и развития растений площадь листьев нарастает очень медленно и в фазе кущения в среднем составляет от 27,1 тыс. м²/га у сорта Фотинья до 31,5 тыс. м²/га у сорта Памяти Кривобочка. Выделены экологически устойчивые сорта, стабильно формирующие наибольшую площадь листовой поверхности и флагового листа в различные по влагообеспеченности годы, это среднеспелые сорта Фотинья (в среднем 23101 м²/га и 12,3 см²) и Клавдия 2 (в среднем 27994 м²/га и 13,1 см²), среднепоздние сорта Памяти Кривобочка (в среднем 26963 м²/га и 12,7 см²) и Скипетр (в среднем 26490 м²/га и 12,5 см²). Установлена высокая положительная корреляционная зависимость урожайности от общей площади листовой поверхности растений ($r=0,87\pm 0,12$). Выявлена положительная корреляционная связь между урожайностью зерна и площадью флагового листа, она варьировала в зависимости от условий года от средней ($r=0,52\pm 0,11$ и $r=0,49\pm 0,10$) в засушливые 2019 и 2021 гг. до высокой ($r=0,71\pm 0,16$) в благоприятный 2020 г.

Ключевые слова: озимая пшеница, селекция, сорт, урожайность, площадь листовой поверхности

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (№ FGSS-2022-0008).

Original article

RELATIONSHIP OF THE LEAF SURFACE OF WINTER WHEAT VARIETIES OF DIFFERENT EARLY MATURE WITH PRODUCTIVITY IN FOREST-STEPPE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

S.V. Kosenko

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The article presents the results of studying the area of the leaf surface of plants with different early maturity varieties of winter wheat. The aim of the research was to study the physiological parameters of the photosynthetic activity of winter wheat. The studies were carried out in the forest-steppe zone of the Penza region on the basis of the laboratory of breeding technologies of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture” in 2019–2021. Differences in the dynamics of trait changes at the main stages of ontogenesis were revealed: tillering, budding, flowering. In the initial period of growth and development of plants, the leaf area increases very slowly and in the tillering phase averages from 27.1 thousand m²/ha for the Fotinya variety to 31.5 thousand m²/ha for the Pamyati Krivobochka variety. Ecologically resistant varieties have been identified that stably form the largest area of the leaf surface and the flag leaf in different years in terms of moisture supply, these are mid-ripening varieties Fotinya (on average 23101 m²/ha and 12.3 cm²) and Claudia 2 (on average 27994 m²/ha and 13.1 cm²), mid-late varieties Pamyati Krivobochek (average 26963 m²/ha and 12.7 cm²) and Skipetr (average 26490 m²/ha and 12.5 cm²). A high positive correlation dependence of the yield on the total area of the leaf surface of plants ($r=0.87\pm 0.12$). A positive correlation was revealed between grain yield and the area of the flag leaf, it varied depending on the conditions of the year from average ($r=0.52\pm 0.11$ and $r=0.49\pm 0.10$) in the dry years of 2019 and 2021 to high ($r=0.71\pm 0.16$) in a favorable year 2020.

Keywords: winter wheat, selection, variety, productivity, leaf area

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the State assignment of Federal Research Center for Bast Fiber Crops (theme No. FGSS-2022-0008).

Введение. Листовая поверхность в жизни растений имеет первостепенное значение, так как она выполняет важнейшие функции фотосинтеза, транспирации и играет большую роль в общем обмене веществ [1].

По мнению ряда ученых, на формирование урожайности оказывают влияние размеры листьев и их расположение в пространстве, что подтверждается положительной корреляционной связью урожая с размерами верхних междоузлий и верхних листьев [2, 3]. Имеется много данных о влиянии на урожайность флагового листа и листовой пластинки. По данным С.Н. Громовой и П.И. Костылева, роль флагового листа в формировании массы зерна составляет 75% [4]. Ряд ученых считают, что в фазе кущения более предпочтительна горизонтальная

ориентация листовых пластинок, позволяющая уловить максимально возможное количество солнечной радиации, а в поздние фазы — вертикальное расположение двух верхних листьев, что позволяет солнечной радиации проникать в глубь посева [5, 6]. По мнению В.А. Кумакова, посева озимой пшеницы должны иметь вертикальные листовые пластинки не только на поздних этапах вегетации, но и на ранних этапах [7].

По определению А.А. Ничипоровича [8], полноценные по структуре посева должны формировать площадь листьев 35–40 тыс. м² на 1 га и испарять влаги 2500–3500 мг на 1 млрд ккал энергии, поглощаемой посевами. В годы с ограниченным водоснабжением следует стремиться к получению растений, образующих оптимальную площадь листьев и обладающих высокой

интенсивностью и продуктивностью фотосинтеза. Оптимальной площади листьев должны соответствовать максимальные приросты надземной биомассы.

Следовательно, оценка фотосинтетических функций возделываемого сорта позволяет судить о его потенциальной возможности формировать и накапливать урожайность [9]. Проведенные нами исследования динамики формирования площади листовой поверхности различными по скороспелости сортами озимой пшеницы позволили охарактеризовать их по данному признаку и установить взаимосвязь с продуктивностью растений.

Целью исследований являлось изучение физиологических параметров фотосинтетической деятельности озимой пшеницы.



Методика исследований. Исследования проводили в 2019-2021 гг. в лесостепной зоне Пензенской области. Климат зоны умеренно-континентальный. Почвы опытного участка — выщелоченный чернозем среднесиловый среднегумусный, мощность пахотного горизонта 35-40 см. Среднее содержание гумуса в пахотном слое 6,38% (по Тюрину и Кононовой), легкогидролизуемых форм азота — 6,41, P₂O₅ — 14,96, K₂O — 16,9 мг/100 г почвы (по Чирикову). Кислотность водной вытяжки составила 5,5 ед. рН.

Закладку опытов проводили в I декаде сентября по предшествующему чистый пар на неудобренном фоне сеялкой СН-10Ц. Площадь деланки — 10 м², повторность опыта 3-кратная. Норма высева 5,5 млн всхожих зерен/га. Объектом исследования являлись 6 сортов озимой пшеницы, в том числе раннеспелые — Бирюза (Самарский НИИСХ), Юмпа (Краснодарский НИИСХ); среднеспелые — Фотинья, Клавдия 2 (ФГБНУ ФНЦ ЛК); среднепоздние — Памяти Кривобочка (ФГБНУ ФНЦ ЛК), Скипетр (Московская область).

Фенологические наблюдения и учеты проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [10] и методическим указаниям ВИР [11]. Площадь листовой поверхности растений определяли методом промеров на 10 растениях в каждом из трех повторений в фазах кущения, выхода в трубку, цветения. При статистической обработке полученных данных применяли дисперсионный анализ [12].

Результаты исследований и их обсуждение. Условия вегетации в годы исследований различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Вегетационный

период 2020 г. характеризовался благоприятными условиями, за весь период выпало 162 мм осадков, что выше среднесуточной нормы на 7 мм, среднесуточная температура воздуха — 15,7°C (на уровне среднесуточной нормы), гидротермический коэффициент (ГТК) равен 1,12. Такие условия в течение вегетационного периода способствовали формированию растениями хорошо развитого, активно работающего фотосинтетического аппарата и высокой продуктивности.

В 2019 и 2021 гг. наблюдали засуху в период выхода в трубку-кошения — выпало 15,4 и 25,2 мм осадков, что ниже среднесуточной нормы на 67,1 и 72,6 мм соответственно; повышенные среднесуточные температуры воздуха до 19,5 и 18,0°C, что выше среднесуточной нормы на 4,2 и 2,8°C (ГТК 0,4 и 0,13 соответственно). Такие условия оказали отрицательное влияние на формирование листовой поверхности и урожая. Урожай сформировался невысокий из-за быстрого отмирания нижнего яруса листьев, небольшого размера флагового листа, снижения массы 1000 зерен.

Площадь листовой поверхности на единице площади — относительно подвижный показатель и зависит, главным образом, от густоты стеблестоя, облиственности каждого растения и величины листовых пластинок.

Исследования показали, что площадь листовой поверхности сортов на единице площади варьировала в зависимости от условий вегетационного периода и сортовых особенностей (табл. 1). Изучаемые сорта различались по общей величине площади листьев и динамике ее нарастания по периодам вегетации.

В начальный период роста и развития растений площадь листовой поверхности нарастала очень медленно и в фазе кущения составляла в среднем от 27,1 тыс. м²/га у сорта Фотинья до 31,5 тыс. м²/га у сорта Памяти Кривобочка.

По мнению ряда ученых, на величину урожая зерна непосредственное влияние оказывает продолжительность жизни листовой поверхности растений, особенно на заключительном этапе, после кошения и прекращения роста соломины [13, 14]. В благоприятных условиях 2020 г. наибольшую общую площадь листовой поверхности растений в фазе кущения формировали среднепоздний сорта Скипетр (30,9 тыс. м²/га) и Памяти Кривобочка (31,5 тыс. м²/га).

Условия 2020 г. были лучшими для работы ассимиляционного аппарата и накопления биомассы, так как растения раннеспелых сортов раньше достигнув зрелости, раньше и старели, а среднепоздние сорта выигрывали за счет удлинения периода. Несколько хуже были засушливые условия 2019 и 2021 гг., так как скорость отмирания листьев и созревания растений определялась уже не их физиологическим возрастом, а быстрым «принудительным» обезвоживанием. Это объясняется тем, что растения при достаточной влагообеспеченности в первой половине вегетации развивают слишком большую листовую поверхность и сравнительно быстрее и полнее расходуют запасы продуктивной влаги. При наступлении засухи во втором периоде вегетации большая их облиственность вызывает повышенное испарение влаги, то есть не соответствует изменившейся обстановке и является уже тормозом в рациональном использовании потенциальных возможностей

Таблица 1. Ассимиляционная поверхность листьев по фазам развития озимой пшеницы (2019-2021 гг.), тыс. м²/га
Table 1. Assimilation surface of leaves by phases of development of winter wheat (2019-2021), thousand m²/ha

Сорт	Фазы развития											
	кущение				выход в трубку				цветение			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	средняя	2019 г.	2020 г.	2021 г.	средняя	2019 г.	2020 г.	2021 г.	средняя
Раннеспелые												
Юмпа	27,4	31,1	26,7	28,4	69,0	91,5	65,2	75,2	59,2	59,6	38,4	52,4
Бирюза	26,5	30,5	25,3	27,4	67,2	95,0	69,2	77,1	58,8	61,5	36,8	52,3
Среднеспелые												
Фотинья	25,4	31,0	25,0	27,1	76,5	90,1	70,3	78,9	59,5	85,5	45	63,3
Клавдия 2	26,2	29,8	25,6	27,2	72,2	87,6	65,5	75,1	61,7	81,2	42	61,6
Среднепоздние												
Памяти Кривобочка	31,1	34,0	29,5	31,5	80,5	91,8	53,8	75,4	68,4	89,2	44,6	67,4
Скипетр	30,0	33,8	28,9	30,9	77,3	94,0	55,8	75,7	65,8	86,4	39,6	63,9

Таблица 2. Урожайность и ассимиляционная поверхность листьев озимой пшеницы в фазе цветения (2019-2020 гг.)
Table 2. Yield and assimilation surface of winter wheat leaves in the flowering phase (2019-2020)

Сорт	2019 г.			2020 г.			Средняя		
	урожайность, т/га	площадь листовой поверхности м ² /га	площадь флагового листа, см ²	урожайность, т/га	площадь листовой поверхности м ² /га	площадь флагового листа, см ²	урожайность, т/га	площадь листовой поверхности м ² /га	площадь флагового листа, см ²
Раннеспелые									
Юмпа	1,6	11267	4,5	4,18	27283	15,6	2,89	19275	10,1
Бирюза	2,1	12174	5,1	4,11	26896	15,2	3,11	19535	10,2
Среднеспелые									
Фотинья	2,66	16840	8,0	4,28	29363	16,5	3,47	23101	12,3
Клавдия 2	2,80	18498	9,2	4,68	37490	17,0	3,74	27994	13,1
Среднепоздние									
Памяти Кривобочка	2,84	15824	7,2	4,92	38102	18,2	3,88	26963	12,7
Скипетр	2,56	15285	6,9	4,73	37694	18,0	3,65	26490	12,5





и растений, и среды. В местных условиях более устойчивыми по урожайности являются те формы, которые способны формировать не только оптимальную площадь листьев на единицу площади во время максимального развития, но и оптимальную площадь по отдельным этапам развития и роста растений.

Наблюдения за формированием листовой поверхности озимой пшеницы позволили установить, что нарастание площади листьев идет до фазы выхода в трубку. Уже к началу налива зерна растения значительно сокращают листовую поверхность. Данные таблицы 1 показывают, что на развитие ассимиляционной поверхности листьев большое влияние оказывают погодные факторы. В 2019 и 2021 гг. слабое развитие листьев у сортов было связано с раннелетней засухой. Условия 2020 г., благоприятные по водообеспеченности, позволили сортам сформировать большую площадь листовой поверхности. В проведенных нами исследованиях наибольшая средняя за годы исследований общая площадь листовой поверхности и флагового листа в частности отмечалась у среднеспелых сортов Фотинья (23101 м²/га и 12,3 см²) и Клавдия 2 (27994 м²/га и 13,1 см²), у среднепоздних сортов Памяти Кривобочка (26963 м²/га и 12,7 см²) и Скипетр (26490 м²/га и 12,5 см²), что способствовало формированию высокой урожайности, достигавшей в среднем 3,47, 3,74, 3,88 и 3,65 т/га соответственно (табл. 2). При этом следует отметить, что недостаточная влагообеспеченность в 2019 г. привела как к уменьшению листовой поверхности и площади флагового листа в период цветения, так и к резкому сокращению урожайности зерна.

В проведенных нами опытах, независимо от сорта и условий года, наблюдалась положительная корреляционная связь между площадью листовой поверхности растений (м²/га) в фазе цветения и продуктивностью озимой пшеницы ($r=0,87\pm 0,12$). Выявлена положительная корреляционная связь между урожайностью зерна и площадью флагового листа, она варьировала в зависимости от условий года от средней ($r=0,52\pm 0,11$ и $r=0,49\pm 0,10$) в засушливые 2019 и 2021 гг. до высокой ($r=0,71\pm 0,16$) в благоприятный 2020 г.

Выводы. Таким образом, проведенными нами исследованиями установлено, что варьирование площади листовой поверхности у изученных сортов озимой пшеницы высокое. Выделены экологически устойчивые сорта, стабильно формирующие наибольшую площадь листовой поверхности и флагового листа в различные по влагообеспеченности годы, это среднеспелые сорта Фотинья и Клавдия 2, среднепоздние сорта Памяти Кривобочка и Скипетр. Установлена высокая положительная корреляционная зависимость урожайности от общей площади листовой поверхности растений ($r=0,87\pm 0,12$). Положительное функциональное значение в формировании продуктивности растений озимой пшеницы имеет флаговый лист, что подтверждается положительной

корреляционной связью между продуктивностью растения и площадью флагового листа, она варьировала в зависимости от условий года от средней ($r=0,52\pm 0,11$ и $r=0,49\pm 0,10$) в засушливые 2019 и 2021 гг. до высокой ($r=0,71\pm 0,16$) в благоприятный 2020 г.

Список источников

1. Ерошенко Ф.В. и др. Фотосинтетическая продуктивность растений: учебное пособие. Ставрополь: Сервисшкола, 2020. 115 с.
2. Adachi, Sh., Yamamoto, T., Nakae, T. et al. (2019). Genetic architecture of leaf photosynthesis in rice revealed by different types of reciprocal mapping populations. *Journal of Experimental Botany*, vol. 70, no. 1, pp. 5131-5144.
3. Amelin, A.V., Fesenko, A.N., Chekalin, E.I., Zaikin, V.V. (2016). *Variability of photosynthesis intensity in cultivated common buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench. depending on ontogenetic phase and environment conditions*. The 13th International Symposium on Buckwheat (ISB), 9-11.09.2016, Chungbuk National University, Korean, pp. 773-778.
4. Громова С.Н., Костылев П.И. Роль флагового листа и остей в формировании продуктивности озимой пшеницы (обзор) // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 4. С. 32-34.
5. Асеева Т.А., Зенкина К.В., Трифунтова И.Б. Формирование листовой поверхности яровых колосовых культур в условиях Среднего Приамурья // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2020. № 5. С. 12-14.
6. Carmo-Silva, E., Andralojc, P.J., Scales, J.C. et al. (2017). Phenotyping of field-grown wheat in the UK highlights contribution of light response of photosynthesis and flag leaf longevity to grain yield. *Journal of Experimental Botany*, vol. 68, no. 13, pp. 3473-3486.
7. Кумаков В.А. Физиологические подходы к селекции растений на продуктивность и засухоустойчивость // *Сельскохозяйственная биология*. 1986. № 6. С. 27-34.
8. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Изд-во АН СССР, 1965. 170 с.
9. Ионова Е.В., Газе В.Л., Лиховидова В.А. Фотосинтетическая деятельность и динамика накопления сухой массы растений озимой мягкой пшеницы в зависимости от условий выращивания // *Зерновое хозяйство России*. 2020. № 1 (67). С. 23-27.
10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / под ред. М.А. Федина. М.: Колос, 1989. 194 с.
11. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале: методические указания ВИР / под ред. А.Ф. Мережко. СПб.: ВИР, 1999. 82 с.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5 изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
13. Бороевич С. Причины и методы селекции растений. М.: Колос, 1984. 399 с.
14. Евтушкова Е.П. Фотосинтетическая деятельность и урожайность зернофуражных культур в условиях Северного Зауралья // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2017. № 5. С. 59-62.

References

1. Eroshenko, F.V. i dr. (2020). *Fotosinteticheskaya produktivnost' rastenii: uchebnoe posobie* [Photosynthetic productivity of plants: study guide]. Stavropol, Servisskola, 115 p.

2. Adachi, Sh., Yamamoto, T., Nakae, T. et al. (2019). Genetic architecture of leaf photosynthesis in rice revealed by different types of reciprocal mapping populations. *Journal of Experimental Botany*, vol. 70, no. 1, pp. 5131-5144.

3. Amelin, A.V., Fesenko, A.N., Chekalin, E.I., Zaikin, V.V. (2016). *Variability of photosynthesis intensity in cultivated common buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench. depending on ontogenetic phase and environment conditions*. The 13th International Symposium on Buckwheat (ISB), 9-11.09.2016, Chungbuk National University, Korean, pp. 773-778.

4. Громова С.Н., Костылев П.И. Роль флагового листа и остей в формировании продуктивности озимой пшеницы (обзор) [The role of the flag leaf and awns in shaping the productivity of winter wheat (review)]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 4, pp. 32-34.

5. Асеева Т.А., Зенкина К.В., Трифунтова И.Б. (2020). Формирование листовой поверхности яровых колосовых культур в условиях Среднего Приамурья [Formation of the leaf surface of spring spiked crops in the conditions of the Middle Amur Region]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka* [Russian agricultural sciences], no. 5, pp. 12-14.

6. Carmo-Silva, E., Andralojc, P.J., Scales, J.C. et al. (2017). Phenotyping of field-grown wheat in the UK highlights contribution of light response of photosynthesis and flag leaf longevity to grain yield. *Journal of Experimental Botany*, vol. 68, no. 13, pp. 3473-3486.

7. Кумаков В.А. (1986). Физиологические подходы к селекции растений на продуктивность и засухоустойчивость [Physiological approaches to plant breeding for productivity and drought tolerance]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural biology], no. 6, pp. 27-34.

8. Ничипорович, А.А. (1965). *Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenii v posevakh* [Photosynthetic activity of plants in crops]. Moscow, Publishing house of the USSR Academy of Sciences, 170 p.

9. Ионова, Е.В., Газе, В.Л., Лиховидова, В.А. (2020). *Fotosinteticheskaya deyatel'nost' i dinamika nakopleniya sukhoi massy rastenii ozimoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot usloviy vyrashchivaniya* [Photosynthetic activity and dynamics of accumulation of dry mass of winter soft wheat plants depending on growing conditions]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 1 (67), pp. 23-27.

10. Федина, М.А. (ed.) (1989). *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury* [Methods of state variety testing of agricultural crops: cereals, cereals, legumes, corn and fodder crops]. Moscow, Kolos Publ., 194 p.

11. Мережко, А.Ф. (ed.) (1999). *Popolnenie, sokhraneniye v zhivom vide i izuchenie mirovoi kolleksii pshenitsy, ehgilo-psa i tritikale: metodicheskie ukazaniya VIR* [Replenishment, preservation in living form and study of the world collection of wheat, aegilops and triticale: VIR guidelines]. Saint-Petersburg, VIR, 82 p.

12. Доспехов, Б.А. (2014). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniya)* [Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Al'yans Publ., 351 p.

13. Бороевич, С. (1984). *Prichiny i metody seleksii rastenii* [Causes and methods of plant breeding]. Moscow, Kolos Publ., 399 p.

14. Евтушкова, Е.П. (2017). *Fotosinteticheskaya deyatel'nost' i urozhainost' zernofurazhnykh kul'tur v usloviyakh Severnogo Zauralya* [Photosynthetic activity and productivity of grain forage crops in the conditions of the Northern Trans-Urals]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], no. 5, pp. 59-62.

Информация об авторе:

Косенко Светлана Валентиновна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3214-153X>, s.kosenko.pnz@fncl.ru

Information about the author:

Svetlana V. Kosenko, candidate of agricultural sciences, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3214-153X>, s.kosenko.pnz@fncl.ru

✉ s.kosenko.pnz@fncl.ru