



Влияние способов применения азотных удобрений на развитие листовой поверхности растений овса

© 2019. Д. А. Кузнецов✉, Г. Н. Ибрагимова, А. Д. Калинина

Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация

В статье представлены результаты полевых исследований, проведенных в 2012-2014 гг. на черноземе выщелоченном лесостепи Поволжья, о развитии листовой поверхности пленчатых (Горизонт, Кречет, Эклипс) и голозерных (Вятский, Першерон) сортов ярового овса во время вегетационного периода под воздействием азотных удобрений (без азотных удобрений, N60, N60 + N30). Наиболее быстрое формирование листового аппарата отмечено у пленчатых сортов Горизонт и Кречет в фазу выхода в трубку при внесении азотных удобрений в дозе 60 кг д.в (30,7-30,3 тыс. м²/га). Однако к моменту выметывания метелки по этому показателю с ними сравнялся пленчатый сорт Кречет. Голозерные сорта овса по сравнению с пленчатыми формировали несколько меньшую ассимиляционную поверхность. Применение азотных удобрений оказало существенное влияние на формирование ассимилирующей поверхности листьев. Дополнительное внесение азотных удобрений в подкормку в целом достоверного прироста листового аппарата не дало. Более высокая воздушно-сухая масса (94,73 г/м²) формировалась у пленчатого сорта Кречет в фазу молочной спелости на фоне внесения предпосевной дозы азотных удобрений с дополнительной подкормкой в фазу кушения культуры (вариант N60 + N30). Голозерные сорта овса заметно уступали по этому показателю пленчатым сортам и практически не отличались друг от друга по накоплению сухого вещества в растениях. Отмечено существенное накопление сухого вещества у сортов Вятский и Першерон на фоне внесения предпосевной дозы азотных удобрений с дополнительной подкормкой в фазу кушения культуры (вариант N60 + N30). Самые высокие показатели чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) среди изучаемых сортов отмечены у пленчатых сортов в межфазный период «выход в трубку-выметывание» на фоне применения азотных удобрений N60 + N30 (7,17-7,38 г/м²). У голозерных сортов этот показатель несколько ниже, чем у пленчатых (6,89-6,90 г/м²). При внесении азотных удобрений в дозе 60 кг д.в./га происходило увеличение ЧПФ в межфазный период «кушение-выход в трубку» по следующим сортам: у Горизонта на 23%, Кречета на 21, Эклипс на 15, Вятского на 44, Першерона на 11%. При дополнительном внесении N30 в подкормку отмечено дальнейшее увеличение ЧПФ у Горизонта на 46%, Кречета на 26, Эклипс на 42, Вятского и Першерона на 56% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения.

Ключевые слова: овес голозерный, овес пленчатый, площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема № 0744-2014-0006) и за счет внебюджетных источников Мордовского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Кузнецов Д. А., Ибрагимова Г. Н., Калинина А. Д. Влияние способов применения азотных удобрений на развитие листовой поверхности растений овса. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):623-631. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.623-631>

Поступила: 18.04.2019

Принята к публикации: 06.12.2019

Опубликована онлайн: 16.12.2019

The effect of nitrogen fertilizer application methods on the development of leaf surface of oat plants

© 2019. Dmitri A. Kuznetsov✉, Galina N. Ibragimova, Antonina D. Kalinina

Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation

The article presents the results of field trials conducted on leached chernozem of forest-steppe of the Volga region in 2012-2014. Studied was the development of the leaf surface of filmy varieties (Horizon, Krechet, Eclipse) and naked varieties (Vyatsky, Persheron) of spring oat during the growing season under the influence of nitrogen fertilizers (without nitrogen fertilizers, N60, N60 + N30). The most rapid formation of the leaf apparatus was observed in the filmy oats of Horizon and Krechet varieties in the phase of shooting when nitrogen fertilizers were applied at a dose of 60 kg of active ingredient (30.7-30.3 thousand m²/ha). However, by the time the panicle was headed, the filmy variety Krechet had almost achieved this value. Naked varieties of oats in comparison with the filmy ones formed a slightly smaller assimilation surface. The use of nitrogen fertilizers had a significant impact on the formation of the assimilation surface of the leaves. However, the additional application of nitrogen fertilizers did not give a significant increase in the leaf apparatus. A higher air-dry mass (94.73 g/m²) was formed in the filmy variety Krechet in the phase of milk ripeness against the background of pre-sowing dose of nitrogen

fertilizers with additional fertilizing them in the phase of tillering of the culture (variant N60 + N30). Naked varieties of oats were significantly inferior in this indicator to filmy varieties and practically did not differ from each other in the accumulation of dry matter in plants. Only a significant accumulation of dry matter in the Vyatsky and Persheron varieties was noted against the background of applying a pre-sowing dose of nitrogen fertilizers with additional fertilizing them in the tillering phase of the culture (variant N60 + N30). The highest rates of net photosynthesis productivity (NPF) among the studied varieties was observed in filmy varieties in the interphase period "shooting-heading of panicle" against the background of nitrogen fertilizers N60 + N30 (7.17-7.38 g/m²). In naked varieties, this figure was slightly lower than in the filmy ones (6.89-6.90 g/m²). When applying nitrogen fertilizers at a dose of 60 kg active ingredient /ha, there was an increase in the NPF in the interphase period "tillering-shooting" in the following varieties: Horizon by 23%, Krechet by 21%, Eclipse by 15%, Vyatsky by 44%, Persheron by 11%. With the additional introduction of N30 a further increase in the NPF was noted in Horizon by 46%, Krechet by 26%, Eclipse by 42%, Vyatsky and Persheron by 56% relative to the variant without the introduction of mineral nitrogen fertilizer.

Key words: naked oats, filmy oats, leaf surface area, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity

Acknowledgement: the research was carried out within the state assignment of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0744-2014-0006) and non-budgetary sources of the Mordovia Agricultural Research Institute – branch of FARC North-East.

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Kuznetsov D. A., Ibrahimova G. N., Kalinina A. D. The effect of nitrogen fertilizer application methods on the development of leaf surface of oat plants. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6):623-631. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.623-631>

Received: 18.04.2019

Accepted for publication: 06.12.2019

Published online: 16.12.2019

Фотосинтез является важнейшим биохимическим процессом, происходящим в растениях. Именно в этом процессе образуется 90-95% запасаемой в растениях сухой массы биологического урожая [1]. Солнечная энергия в результате превращается в химическую, которая с избытком покрывает расходы на дыхание, создает материальную базу для роста и отложения запасов у посевов овса. Эффективность минерального и водного питания обусловлена фотосинтетической деятельностью растений овса. Фактор короткого дня способствует удлинению метелки и стебля, увеличению количества зерен и общей вегетативной массы растений овса. Однако в результате затягивания сроков выметывания зерно, как правило, не успевает вызреть и формируется легковесным и щуплым [2].

К основным показателям продукционного процесса относятся площадь ассимилирующей поверхности листьев, фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза, отражающие тесную прямую зависимость с урожайностью биомассы культуры. Фотосинтетически активная радиация (ФАР) является одним из важнейших факторов формирования продуктивности сельскохозяйственных растений. В повышении фотосинтетической деятельности и коэффициентов использования фотосинтетически активной радиации растениями овса важную роль играет такой фактор, как минеральное питание [3].

Основную часть ассимиляционной поверхности составляют листья, именно в них

осуществляется фотосинтез. Фотосинтез может происходить и в других зелёных частях растений – стеблях, осях, зелёных плодах и т. п., однако вклад этих органов в общий фотосинтез обычно небольшой. Поэтому более облиственные растения будут давать и большее количество органического вещества. Исследованиями Т. П. Сабитовой с соавторами [4] установлено, что наибольшее количество листьев овёс формирует при поверхностно-отвальной обработке почвы в варианте с применением азотных удобрений (30 кг/га), его облиственность составила 38,2%.

Формирование на поле оптимальной по размерам площади листовой поверхности является важным элементом технологии и имеет значение с позиции эффективного поглощения световой энергии [5]. Так, площадь листьев посева в период максимума ($L_{\text{макс}}$, фазы колошения, выметывания) при внесении удобрений под урожай 25 ц/га у овса составила 50,4 тыс. м²/га и была больше, чем у пшеницы на 15,4 тыс. м²/га, тритикале – на 14,2, ячменя – на 3,6 тыс. м²/га. Увеличение доз NPK повысило $L_{\text{макс}}$ в большей степени у пшеницы (на 20,2 тыс. м²/га). У тритикале она возросла на 3,4 тыс. м²/га, а у ячменя и овса уменьшилась на 8,4 и 4,6 тыс. м²/га соответственно из-за снижения как густоты стояния, так и площади листьев одного растения [6].

Цель исследований – изучить влияние предпосевного внесения и подкормки азотными удобрениями на ассимилирующую поверхность листьев голозерных и пленчатых сортов овса в условиях лесостепи Поволжья.

Материал и методы. Исследования проводили в 2012-2014 гг. на опытном поле Мордовского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Предшественником ярового овса являлась яровая пшеница. Агротехника в опыте – рекомендованная для условий Мордовии [7], кроме изучаемых факторов.

Схема опыта включала два фактора:

Фактор А – сорта овса: Горизонт, Кречет, Эклипс (пенчатые сорта); Вятский, Першерон (голозерные).

Фактор В – дозы азотных удобрений: 1. Без удобрений (контроль). 2. N60 (предпосевное внесение под культивацию). 3. N60 + N30 (внесение в подкормку в фазу полного кущения).

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный, тяжелосуглинистый с содержанием гумуса (по Тюрину) 7,6%, общего азота (по Кьельдалю) – 0,36%, рН_{сол} (потенциометрически) – 6,1. Содержание подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) – 196 и 153 мг/кг почвы соответственно. Гидролитическая кислотность (по Каппену) равна 7,7 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 28,1 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 84%. Повторность трехкратная. Размер делянок I порядка – 240 м² (10,0 × 24,0 м), II порядка – 120 м² (10,0 × 12,0 м). Учетная площадь делянки – 100 м².

Предпосевная обработка почвы заключалась в ранневесеннем бороновании и предпосевной культивации. Сев проводили сеялкой СН-16. После посева почву прикатали.

Минеральные удобрения в форме аммиачной селитры вносили непосредственно под культивацию, подкормку во время вегетации (начало кущения) проводили вручную в соответствии со схемой опыта.

Статистическую обработку результатов исследования проводили по программам дисперсионного анализа. Площадь листьев, фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза определяли расчетным методом¹.

Агрометеорологические условия в годы исследований характеризовались следующими гидротермическими коэффициентами (ГТК): в 2012 г. – 0,81, в 2013 г. – 0,85, в 2014 г. – 0,6 при среднем многолетнем 1,09.

Результаты и их обсуждение. Многими исследователями установлено, что в формировании урожая большое значение имеет пло-

щадь листовой поверхности [8]. По данным Т. А. Ереминой [9], проводившей наблюдения за развитием ассимиляционной поверхностью овса на выщелоченном черноземе Республики Мордовия, листовая поверхность изменялась по фазам развития в такой последовательности: медленно нарастала до фазы кущения, интенсивнее увеличивалась в период трубкования и выметывания, достигала максимума в фазе молочного состояния зерна и снижалась к началу фазы восковой спелости.

В наших исследованиях поверхность листового аппарата овса повышалась до окончания фазы выхода в трубку, и к моменту полного выметывания метелки происходило некоторое снижение этого показателя (табл. 1). В этот период было отмечено отмирание нижнего листа у отдельных растений и повреждение нижних листьев и их влагалищ, а также нижней части стебля корончатой ржавчиной (*Puccinia coronifera* Kleb.).

Следует отметить, что наиболее быстрое формирование листового аппарата к фазе выхода в трубку было отмечено у пенчатого овса сорта Горизонт в варианте без внесения азотных удобрений. Однако к моменту выметывания метелки по этому показателю с ним сравнивался пенчатый сорт Кречет. Голозерные сорта овса по сравнению с пенчатыми формировали несколько меньшую ассимиляционную поверхность. Площадь листовой поверхности листьев у голозерных сортов практически по всем фазам развития растений была примерно равной в варианте без внесения удобрений. Следует отметить статистически значимое увеличение размера ассимиляционного аппарата листьев у голозерного сорта Першерон в варианте с припосевным внесением азотных удобрений (N60).

В целом, применение азотных удобрений оказало существенное влияние на формирование ассимилирующей поверхности листьев. Однако дополнительное внесение азотных удобрений в подкормку достоверного прироста листового аппарата не дало.

Закономерности в формировании площади листового аппарата были примерно одинаковыми во все годы исследований, с той лишь разницей, что суммарная ассимиляционная площадь зависела от метеорологических условий вегетационного периода.

¹Опытное дело в полеводстве. Под ред. Г. Ф. Никитенко. М.: Россельхозиздат, 1982. С. 76-79.

Таблица 1 – Влияние азотных удобрений на площадь листовой поверхности по фазам развития растений овса, тыс. м²/га (в среднем за три года) /
Table 1 – The effect of nitrogen fertilizers on leaf surface area by phases of oat plant development, thousand m²/ha (over three years on average)

Вариант / Variant		Фаза развития растений / Phase of plant development			
сорт (фактор А) / variety (factor A)	удобрение (фактор В) / fertilizer (factor B)	кущение / tillering	выход в трубку / shooting	выметывание / heading of panicle	молочная спелость / milky ripeness
Горизонт / Horizon	Без удобрений / Without fertilizers	11,5	30,5	20,3	13,4
	N60	13,1	30,7	21,6	14,8
	N60 + N30	12,6	29,5	20,8	14,0
Кречет/ Krechet	Без удобрений / Without fertilizers	12,2	28,9	20,5	14,0
	N60	13,6	30,3	21,3	14,4
	N60 + N30	13,8	30,2	21,2	14,7
Эклипс / Eclipse	Без удобрений / Without fertilizers	9,8	24,6	18,3	11,6
	N60	12,0	28,4	20,3	13,7
	N60 + N30	12,1	28,4	19,8	13,2
Вятский / Vyatsky	Без удобрений / Without fertilizers	10,0	24,1	18,2	12,0
	N60	12,4	22,4	17,4	11,4
	N60 + N30	12,5	22,0	17,2	13,1
Першерон / Persheron	Без удобрений / Without fertilizers	9,9	24,0	18,3	11,9
	N60	12,0	29,0	20,3	13,7
	N60 + N30	12,5	21,9	17,0	13,4
HCP ₀₅ /LSD ₀₅ (част. разл. / particular differences)		0,6	1,1	0,9	0,4
HCP ₀₅ /LSD ₀₅ (сорт / variety)		0,3	0,8	0,5	0,2
HCP ₀₅ /LSD ₀₅ (удобрения / fertilizers)		0,2	0,6	0,4	0,1

Овес отличается быстрыми темпами накопления сухой биомассы растений в начальный период своего развития [10]. В наших опытах накопление сухого вещества происходило пропорционально формированию ассимиляционной поверхности листового аппарата и увеличивалось с возрастом растений овса (табл. 2). Однако, если ассимилирующая поверхность листьев овса достигала максимума к моменту выметывания метелки, то накопление сухого вещества продолжалось вплоть до полной спелости культуры.

Более высокая воздушно-сухая масса отмечалась у пленчатого сорта Кречет. Голозерные сорта овса заметно уступали по этому показателю пленчатым сортам и практически не отличались друг от друга по накоплению сухого вещества. Отмечено существенное

накопление сухого вещества у сортов Вятский и Першерон на фоне внесения предпосевной дозы азотных удобрений с дополнительной подкормкой в фазу кушения культуры (вариант N60 + N30). Применение минеральных азотных удобрений оказало существенное влияние на динамику накопления сухого вещества. К примеру, сорт Кречет в варианте при предпосевном внесении азота в дозе N60 обеспечил прибавку воздушно-сухой массы в среднем по фазам развития на 24% по сравнению с контролем, а при комбинированном внесении азота (N60 + N30) этот прирост составил 28%.

Фотосинтетический потенциал (ФП) – это параметр, характеризующий возможность использования растениями активной солнечной радиации для процесса фотосинтеза в течение вегетации [11].

Таблица 2 – Влияние азотных удобрений на воздушно-сухую массу растений, г/м² (в среднем за три года) /
 Table 2 – The effect of nitrogen fertilizers on air-dry mass of plants, g/m² (over three years on average)

Вариант / Variant		Фаза развития растений / Phase of plant development			
сорт (фактор А) / variety (factor A)	удобрение (фактор В) / fertilizer (factor B)	кущение / tillering	выход в трубку / shooting	выметывание / heading of panicle	молочная спелость / milk ripeness
Горизонт / Horizon	Без удобрений/ Without fertilizers	8,72	13,07	39,03	65,46
	N60	10,98	16,46	49,14	82,34
	N60 + N30	12,12	18,17	54,26	90,75
Креchet / Krechet	Без удобрений/ Without fertilizers	9,86	14,79	44,15	73,91
	N60	12,25	18,37	54,85	91,71
	N60 + N30	12,66	18,98	56,66	94,73
Эклипс / Eclipse	Без удобрений/ Without fertilizers	7,40	11,10	33,13	55,54
	N60	9,44	14,16	42,27	70,76
	N60 + N30	11,20	16,78	50,11	83,74
Вятский / Vyatsky	Без удобрений/ Without fertilizers	7,23	10,84	32,35	54,20
	N60	9,59	14,37	42,92	71,80
	N60 + N30	10,07	15,09	45,06	75,32
Першерон / Persheron	Без удобрений/ Without fertilizers	7,24	10,86	32,42	54,32
	N60	9,37	14,05	41,95	70,25
	N60 + N30	10,02	15,03	44,86	75,02
HCP ₀₅ / LSD ₀₅ (част. разл. / particular differences)		0,58	0,61	0,83	0,89
HCP ₀₅ / LSD ₀₅ (сорт / variety)		0,29	0,35	0,5	0,46
HCP ₀₅ / LSD ₀₅ (удобрения / fertilizers)		0,21	0,22	0,32	0,37

Фотосинтетический потенциал растений овса тесно связан с площадью листовой поверхности [12]. Максимальное значение ФП приходится на период «выход в трубку-выметывание» (551,2-684,7 см²/сут), так как к фазе выхода в трубку ассимиляционная поверхность у сортов овса имеет наибольшее развитие. В период «выметывание-молочная спелость» эффективность работы листового аппарата во многом определяется устойчивостью сортов к биотическим и абиотическим факторам среды [13].

Проведенные по основным периодам вегетации ярового овса расчеты фотосинтетического потенциала показали (табл. 3), что по всем изучаемым сортам в начальный период вегетации (фаза кущения) фотосинтетический потенциал был наименьшим (от 367 до 474 тыс. м² сут/га). В фазу молочной спелости отмечен наивысший уровень фотопотенциала (от 1186 до 1506 тыс. м² сут/га).

Исследования показали, что при внесении азотных удобрений в дозе 60 кг д. в./га происходило достоверное увеличение ФП за вегетацию по пленчатым сортам на 5-15% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения. У голозерных сортов данный показатель существенно изменялся только по сорту Першерон (увеличение на 17% по сравнению с контрольным вариантом). При дополнительном внесении 30 кг/га азотных удобрений в подкормку по всем сортам не выявлено достоверного дальнейшего увеличения ФП относительно варианта с внесением минерального азотного в дозе 60 кг д. в. на га.

Далее был произведен расчет чистой продуктивности фотосинтеза – показателя, характеризующего общее количество сухой биологической массы, накопленной растениями за сутки в расчете на 1 м² листьев (табл. 4).

Таблица 3 – Влияние азотных удобрений на фотосинтетический потенциал растений ярового овса, тыс. м² сут/га (в среднем за три года) /

Table 3 – The effect of nitrogen fertilizers on photosynthetic potential of spring oat plants, thousand m² day/ha (over three years on average)

Вариант / Variant		Фаза развития растений / Phase of plant development			
сорт (фактор А) / variety (factor A)	удобрение (фактор В) / fertilizer (factor B)	кущение / tillering	выход в трубку / shooting	выметывание / heading of panicle	молочная спелость / milk ripeness
Горизонт / Horizon	Без удобрений/ Without fertilizers	456	836	505	1423
	N60	474	865	547	1506
	N60 + N30	453	835	523	1435
Кречет / Krechet	Без удобрений/ Without fertilizers	443	818	517	1413
	N60	471	857	538	1484
	N60 + N30	473	856	541	1491
Эклипс / Eclipse	Без удобрений/ Without fertilizers	373	708	449	1209
	N60	435	806	510	1390
	N60 + N30	434	801	497	1367
Вятский / Vyatsky	Без удобрений/ Without fertilizers	369	700	453	1205
	N60	374	660	433	1186
	N60 + N30	371	651	455	1206
Першерон / Persheron	Без удобрений/ Without fertilizers	367	699	453	1202
	N60	443	817	512	1406
	N60 + N30	369	645	457	1207
HCP ₀₅ /LSD ₀₅ (част. разл. / particular differences)		14	18	16	21
HCP ₀₅ /LSD ₀₅ (сорт / variety)		6	9	7	10
HCP ₀₅ /LSD ₀₅ (удобрения / fertilizers)		4	7	5	8

Самый высокий показатель ЧПФ среди изучаемых сортов отмечен у сорта Кречет в межфазный период «выход в трубку-выметывание» на фоне применения азотных удобрений N60 + N30. У голозерных сортов этот показатель несколько ниже, чем у пленчатых. При внесении азотных удобрений в дозе 60 кг д. в./га происходило увеличение ЧПФ в межфазный период «кущение-выход в трубку» по следующим сортам: у Горизонта на 23%, Кречета на 22, Эклипс на 15, Вятского на 44, Першерона на 11% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения. В межфазный период «выход в трубку-выметывание» увеличение ЧПФ происходило по следующим сортам: у Горизонта на 17%, Кречета на 22, Эклипс

на 14, Вятского на 42, Першерона на 15% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения.

При дополнительном внесении 30 кг/га азотных удобрений в подкормку отмечено дальнейшее увеличение ЧПФ в межфазный период «кущение-выход в трубку» по следующим сортам: у Горизонта на 46%, Кречета на 26, Эклипс на 42, Вятского и Першерона на 56% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения. В межфазный период «выход в трубку-выметывание» увеличение ЧПФ происходило по следующим сортам: у Горизонта на 39%, Кречета на 25, Эклипса и Вятского на 43, Першерона на 41% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения.

Таблица 4 – Влияние азотных удобрений на чистую продуктивность фотосинтеза, г/м² в сутки (в среднем за 3 года) /
Table 4 – The effect of nitrogen fertilizers on net productivity of photosynthesis, g/m² per day (for 3 years on average)

<i>Вариант / Variant</i>		<i>Межфазный период развития растений / Phase of plant development</i>	
<i>сорт (фактор А) / variety (factor A)</i>	<i>удобрение (фактор В) / fertilizer (factor B)</i>	<i>кущение – выход в трубку / tillering – shooting</i>	<i>выход в трубку – выметывание / shooting-heading of panicle</i>
Горизонт / Horizon	Без удобрений / Without fertilizers	3,12	5,22
	N60	3,85	6,12
	N60 + N30	4,55	7,27
Кречет / Krechet	Без удобрений / Without fertilizers	3,71	5,89
	N60	4,52	7,19
	N60 + N30	4,67	7,38
Эклипс / Eclipse	Без удобрений / Without fertilizers	3,14	5,00
	N60	3,61	5,71
	N60 + N30	4,46	7,17
Вятский / Vyatsky	Без удобрений / Without fertilizers	3,14	4,88
	N60	4,53	6,91
	N60 + N30	4,89	6,99
Першерон / Persheron	Без удобрений / Without fertilizers	3,14	4,88
	N60	3,50	5,62
	N60 + N30	4,89	6,89
НСР ₀₅ / LSD ₀₅ (част. разл. / particular differences)		0,79	0,84
НСР ₀₅ / LSD ₀₅ (сорт / variety)		0,35	0,41
НСР ₀₅ / LSD ₀₅ (удобрения / fertilizers)		0,24	0,33

Заключение. Таким образом, наиболее быстрое формирование листового аппарата отмечено у пленчатых сортов овса Горизонт и Кречет в фазу выхода в трубку при внесении азотных удобрений в дозе 60 кг д. в. (30,3-30,7 тыс. м²/га). Однако дополнительное внесение азотных удобрений в подкормку в целом достоверного прироста листового аппарата не дало. Самый высокий показатель ЧПФ среди изучаемых сортов отмечен у пленчатых сортов в межфазный период «выход в трубку-выметывание» на фоне применения азотных удобрений N60 + N30 (7,17-7,38 г/м²).

У голозерных сортов этот показатель несколько ниже, чем у пленчатых. При внесении азотных удобрений в дозе 60 кг д. в./га происходило увеличение ЧПФ в межфазный период «кущение-выход в трубку» по следующим сортам: у Горизонта на 23%, Кречета на 21, Эклипс на 15, Вятского на 44, Першерона на 11%. При дополнительном внесении N30 в подкормку отмечено дальнейшее увеличение ЧПФ у Горизонта на 46%, Кречета на 26, Эклипс на 42, Вятского и Першерона на 56% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения.

Список литературы

1. Ясонида О. Е., Иванова Н. А., Гостищев В. Д. Фотосинтез с элементами математического программирования урожайности сельскохозяйственных культур. Под ред. О. Е. Ясонида. Новочеркасск, 2007. 52 с.
2. Кошкин В. А., Лоскутов И. Г., Солдатов В. Н., Матвиенко И. П. Овес. Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности. Каталог мировой коллекции ВИР. СПб., 2003. Вып. 739. 20 с.

3. Игитова Н. С. Фотосинтетическая деятельность овса в связи с обеспеченностью минеральным питанием. Доклады ТСХА. Вып. 159. М., 1970. С.12-15.
4. Сабирова Т. П., Щукин С. В., Сабиров Р. А., Носкова Е. В. Фотосинтетический потенциал и продуктивность вико-овсяной смеси в зависимости от обработки почвы и удобрений в условиях Северо-Западного региона. Вестник АПК Верхневолжья. 2019;(1(45)):16-21. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37206427>
5. Гулянов Ю. А. Продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы. Земледелие. 2006;(6):29-31.
6. Усанова З. И., Гуляев М. В. Влияние фона минерального питания и нормы высева на продуктивность посевов яровых зерновых культур в условиях Верхневолжья. Достижения науки и техники АПК. 2011;(11):24-27. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17067626>
7. Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Республики Мордовии: методическое руководство. Под ред. А. М. Гурьянова. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2003. 425 с.
8. Ничипорович А. А. Некоторые принципы комплексной оптимизации фотосинтетической деятельности и продуктивности растений. Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. М.: Колос, 1970. С. 120-127.
9. Тостаева А. Г., Лапина В. В., Еремина Т. А. Сортовая технология возделывания овса. Зерновое хозяйство. 2002;(8):13-14.
10. Митрофанов А. С., Митрофанова К. С. Овес. Изд. 2-е перераб. М.: Колос, 1972. 269 с.
11. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 136 с.
12. Смолин Н. В., Кузнецов Д. А., Елчев О. А., Казейкин А. А. Влияние азотных удобрений на фотосинтетическую деятельность и урожайность пленчатых и голозерных сортов ярового овса. Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Владикавказ: изд-во ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2017. С. 47-49.
13. Козлова Г. Я., Акимова О. В. Ассимиляционная поверхность пленчатых и голозерных сортов овса в условиях Западной Сибири. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2008;(10 (190)):19-25. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11609231>

References

1. Yasonidi O. E., Ivanova N. A., Gostishchev V. D. *Fotosintez s elementami matematicheskogo programmirovaniya urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur*. [Photosynthesis with the elements of mathematical programming of the agricultural crops yields]. Pod red. O. E. Yasonidi. Novocherkassk, 2007. 52 p.
2. Koshkin V. A., Loskutov I. G., Soldatov V. N., Matvienko I. P. *Oves. Kharakteristika obraztsov po fotoperiodicheskoy chuvstvitel'nosti. Katalog mirovoy kolleksii VIR*. [Oats. Characteristics of samples by photoperiodic sensitivity. Catalogue of the world collection VIR]. Saint-Petersburg, 2003. Iss. 739. 20 p.
3. Igitova N. S. *Fotosinteticheskaya deyatelnost' ovsa v svyazi s obespechennost'yu mineral'nym pitaniem*. [Photosynthetic activity of oats in connection with the provision of mineral nutrition]. *Doklady TSKhA*. Iss. 159. Moscow, 1970. pp. 12-15.
4. Cabirova T. P., Shchukin S. V., Sabirov R. A., Noskova E. V. *Fotosinteticheskiy potentsial i produktivnost' viko-ovsyanoj smesi v zavisimosti ot obrabotki pochvy i udobrenij v usloviyakh Severo-Zapadnogo regiona*. [Photosynthetic Potential and Productivity of the Vetch-Oat Mixture Depending on Tillage and Fertilizer in the North-West Region]. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* = Bulletin of the AIC of the Upper Volga. 2019;(1(45)):16-21. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37206427>
5. Gulyanov Yu. A. *Produktivnost' fotosinteza ozimoy pshenitsy*. [Productivity of photosynthesis of winter wheat. Agriculture]. *Zemledelie*. 2006;(6):29-31. (In Russ.).
6. Usanova Z. I., Gulyaev M. V. *Vliyanie fona mineral'nogo pitaniya i normy vyseva na produktivnost' posevov yarovykh zernovykh kul'tur v usloviyakh Verkhnevolzh'ya*. [Influence of the background mineral food and norms of seeding on efficiency of crops of summer grain crops in the conditions of the upper Volga region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2011;(11):24-27. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17067626>
7. *Adaptivnye tekhnologii vozdelvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v usloviyakh Respubliki Mordovii: metodicheskoe rukovodstvo*. [Adaptive technologies of cultivation of agricultural crops in the Republic of Mordovia: methodological guidance]. Pod red. A. M. Gur'yanova. Saransk: Izd-vo Mordovskogo un-ta, 2003. 425 p.
8. Nichiporovich A. A. *Nekotorye printsipy kompleksnoy optimizatsii fotosinteticheskoy deyatelnosti i produktivnosti rasteniy. Vazhneyshie problemy fotosinteza v rastenievodstve*. [Some principles of complex optimization of photosynthetic activity and productivity of plants. The most important problems of photosynthesis in crop production]. Moscow: Kolos, 1970. pp. 120-127.
9. Tostaeva A. G., Lapina V. V., Eremina T. A. *Sortovaya tekhnologiya vozdelvaniya ovsa*. [Varietal technology of cultivation of oats]. *Zernovoe khozyaystvo*. 2002;(8):13-14. (In Russ.).

10. Mitrofanov A. S., Mitrofanova K. S. *Oves*. [Oats]. *Izd. 2-e pererab.* Moscow: Kolos, 1972. 269 p.
11. Nichiporovich A. A. *Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rasteniy v posevakh*. [Photosynthetic activity of plants in crops]. Moscow: *Izd-vo AN SSSR*, 1961. 136 p.
12. Smolin N. V., Kuznetsov D. A., Elchev O. A., Kazeykin A. A. *Vliyanie azotnykh udobreniy na fotosinteticheskuyu deyatel'nost' i urozhaynost' plenchatykh i golozernykh sortov yarovogo ovsa*. [Influence of nitrogen fertilizers on photosynthetic activity and productivity of filmy and naked varieties of spring oats]. *Aktual'nye i novye napravleniya v selektsii i semenovodstve sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Current and new directions in breeding and seed production of agricultural crops: Proceedings of the International scientific and practical Conference.]. Vladikavkaz: *izd-vo FGBOU VO «Gorskiy gosagrouniversitet»*, 2017. pp. 47-49.
13. Kozlova G. Ya., Akimova O. V. *Assimilyatsionnaya poverkhnost' plenchatykh i golozernykh sortov ovsa v usloviyakh Zapadnoy Sibiri*. [Assimilative surface of chaffy and hullless oat varieties under conditions of western Siberia]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2008;(10 (190)):19-25. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11609231>

Сведения об авторах

✉ **Кузнецов Дмитрий Александрович**, кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией Мордовского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Мичурина, д. 5, р. п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5310-5530>

Ибрагимова Галина Николаевна, зам. заведующего лабораторией крупяных зерновых культур и многолетних трав Мордовского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», ул. Мичурина, д. 5, р. п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4454-3413>

Калинина Антонина Дмитриевна, зам. заведующего лабораторией озимых и яровых зерновых культур Мордовского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Мичурина, д. 5, р. п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9391-1089>

Information about the authors

✉ **Dmitri A. Kuznetsov**, PhD in Agricultural science, head of the laboratory, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5310-5530>

Galina N. Ibragimova, deputy head of the Laboratory of cereals and perennial grasses, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Michurin street, 5, Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4454-3413>**

Antonina D. Kalinina, deputy head of the Laboratory of winter and spring grain crops, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Michurin street, 5, Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9391-1089>**

✉ - Для контактов / Corresponding author