

---

DOI 10.47737/2307-2873\_2021\_35\_59

УДК: 631.81

## **ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЗОНЫ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**А.А. Муратов**, канд. с.-х. наук, доцент;

**П.В. Тихончук**, д-р с.-х. наук, профессор;

**Е.В. Туаева**, д-р с.-х. наук, доцент;

**Е.Б. Захарова**, д-р с.-х. наук, доцент;

**Е.А. Семенова**, д-р с.-х. наук, доцент;

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»,

ул. Политехническая, 86, Благовещенск, Амурская обл., Россия, 675005

E-mail: nic\_dalgau@mail.ru

*Аннотация.* Получение высоких урожаев может достигаться за счёт применения современных агротехнических приёмов, в том числе путём оптимизации минерального питания. В связи с чем была поставлена цель – изучить возможности повышения фотосинтетической деятельности и продуктивности растений ярового тритикале сорта Кармен на основе создания наиболее оптимального минерального питания в результате действия различных доз минеральных удобрений при посеве. Исследования были проведены в 2017-2019 гг. в южной сельскохозяйственной зоне Амурской области. В результате исследований установлено, что величина площади листьев завесела от дозы внесения минеральных удобрений при посеве, и начиная с фазы выхода в трубку, интенсивность нарастания площади листьев увеличилась относительно контроля на 15-31%, достигнув максимального показателя к фазе колошения в варианте  $N_{60}-P_{30}$  (20,5 тыс.м<sup>2</sup>/га). Как следствие, количество сухого вещества по вариантам опыта с внесением удобрений также возросло, достигнув наивысшего уровня к концу вегетации – более 5 т/га при наибольшей дозе удобрений. В результате урожайность зерна в опыте с применением удобрений была значительно выше варианта без внесения удобрений и составила в среднем 31,9 ц/га, а в контрольном варианте – 26,8 ц/га. Наиболее высокий урожай (33,8 ц/га) отмечен в варианте при внесении наибольшей дозы  $N_{60}-P_{60}$ : прибавка в данном варианте в сравнении с контролем составила 7,0 ц/га или 26 %. При этом значительное повышение урожайности наблюдалось в вариантах опыта с увеличением дозы азотных удобрений  $N_{30}$  и  $N_{60}-P_{30}$  на 13 и 23 % соответственно. Применение фосфорных удобрений хотя и способствовало повышению урожайности зерна, но всего на 1 и 3 % относительно вариантов  $N_{30}-P_{30}$  и  $N_{60}-P_{60}$  соответственно.

*Ключевые слова:* яровое тритикале, минеральные удобрения, фотосинтетическая деятельность, урожайность.

**Введение.** Для увеличения производства объёма зерна необходим поиск путей повышения их урожайности. В этом вопросе большую роль может сыграть внедрение новых с высоким биологическим потенциалом зерновых культур и применение к конкретным почвенно-климатическим условиям минеральных удобрений. Частичному решению данного вопроса способствует расширение посевных площадей под относительно новой зерновой культурой в регионе – яровым тритикале. Тем более, что за предыдущие годы были определены наиболее оптимальные сроки и нормы посева и для дальнейшего повышения его урожайности необходимо провести изучение влияния различных доз минеральных удобрений на повышение продуктивности данной культуры [1-3].

Ареал распространения ярового тритикале в России постепенно увеличивается, ведь данная культура объединяет в себе лучшие признаки и свойства обоих родительских форм: высокую продуктивность, устойчивость к вирусным и грибковым заболеваниям, повышенное содержание белка и лизина в зерне и зелёной массе, пониженную требовательность к плодородию почвы [4].

В Амурской области производство ярового тритикале весьма перспективно в связи с поставленной задачей по развитию животноводства. При этом получение высоких урожаев зерна ярового тритикале основано на изучении особенностей его продукционного процесса, способов его регулирования, в том числе путём оптимизации минерального питания [5].

Исследования по изучению влияния применения минеральных удобрений на яровом тритикале в других регионах показало, что данная культура отзывчива на внесение

удобрений и позволяет увеличить как фотосинтетическую активность, так и урожайность зерна [6-9]. При этом опытов по сравнительному изучению влияния различных доз минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов ярового тритикале не проводилось, тем не менее, данные исследования могут способствовать оптимизации продукционного процесса культуры.

*Цель исследования* – изучить возможности повышения фотосинтетической деятельности и продуктивности растений ярового тритикале сорта Кармен на основе создания наиболее оптимального минерального питания в результате действия различных доз минеральных удобрений при посеве.

**Методика.** Исследования проводились в 2017-2019 гг. на опытном поле Дальневосточного ГАУ, которое расположено в южной сельскохозяйственной зоне Амурской области, характеризующейся резко-континентальным климатом с суммой активных температур 2160-2300° С, среднегодовой суммой осадков 462 мм [10]. Гидротермический коэффициент (ГТК) за период вегетации составил в 2017 г. – 1,5, что характеризуется оптимальным увлажнением, в 2018 г. - 2,0, в 2019 г. – 1,9, что свидетельствует об избыточном увлажнении.

Объектом для исследований послужил сорт ярового тритикале – Кармен. Закладка опытов осуществлялась согласно «Методике полевых опытов» [11].

Предшественник – типичная культура для региона – соя. Почва опытного участка – лугово-черноземовидная. Содержание гумуса 3,7 – 3,9 %. По агрохимическим свойствам характеризуется по степени кислотности  $pH_{\text{сол}} 5,5$  – среднекислая, гидролитическая кислотность – низкая [12].

В рамках данного исследования был за-  
ложен полевой опыт по следующей схеме: 1.  
Контроль (без применения удобрений); 2.N<sub>30</sub>;  
3.N<sub>30</sub>-P<sub>30</sub>; 4.N<sub>60</sub>-P<sub>30</sub>; 5.N<sub>60</sub>-P<sub>60</sub>. Удобрения вно-  
сили вручную разбросным способом. Общая  
площадь делянки 32 м<sup>2</sup>, учётная – 24 м<sup>2</sup>, по-  
вторность четырехкратная, размещение деля-  
нок систематическое. Фотосинтетическую  
активность посевов определяли по методике  
А.А. Ничипоровича [13]. Уборку проводили  
комбайном Тегіон, урожай учитывался в ц/га

с приведением к стандартной влажности и  
100-процентной чистоте.

**Результаты.** Анализ результатов ис-  
следований показал, что величина площади  
листьев увеличивалась в вариантах с внесе-  
нием удобрений. Как видно из рисунка 1, уже  
в начальный период роста и развития расте-  
ний ярового тритикале наибольший показате-  
ль в 2,82 тыс.м<sup>2</sup>/га наблюдается в варианте  
N<sub>30</sub>-P<sub>30</sub>.

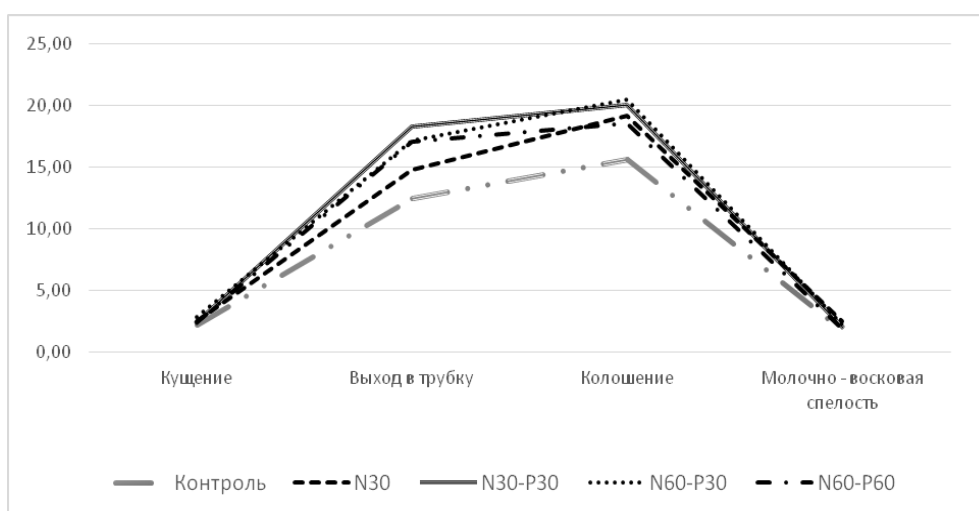


Рис. 1. Влияние минеральных удобрений на площадь листовой поверхности растений ярового тритикале, тыс. м<sup>2</sup>/га, (ср. за 2017-2019 гг.)

В фазу выхода в трубку различие меж-  
ду вариантами опыта увеличилось, превысив  
контрольный вариант на 15-31%. Наиболее  
высокий показатель – 18,24 тыс. м<sup>2</sup>/га был  
отмечен при дозе N<sub>30</sub>-P<sub>30</sub>, что на 7-19 % выше  
других вариантов с внесением удобрений.  
Данная тенденция сохраняется и в фазу ко-  
лошения, когда достигается максимальный  
уровень площади листьев посевов, но это уже  
в варианте с нормой удобрений N<sub>60</sub>-P<sub>30</sub> (20,5),  
при этом разница с контрольным вариантом  
(без внесения удобрений) составляла 23 %.

Анализ фотосинтетического аппарата в фазу  
молочно-восковой спелости в вариантах с  
применением удобрений, в среднем за три  
года исследований, показывает, что он нахо-  
дится на уровне 1,91-2,51 тыс.м<sup>2</sup>/га, что выше  
контроля на 5-27 %.

Фотосинтетическая деятельность агро-  
ценоза зависит не только от размера ассими-  
ляционного аппарата, но и от продолжитель-  
ности его работы в течение вегетационного  
периода.

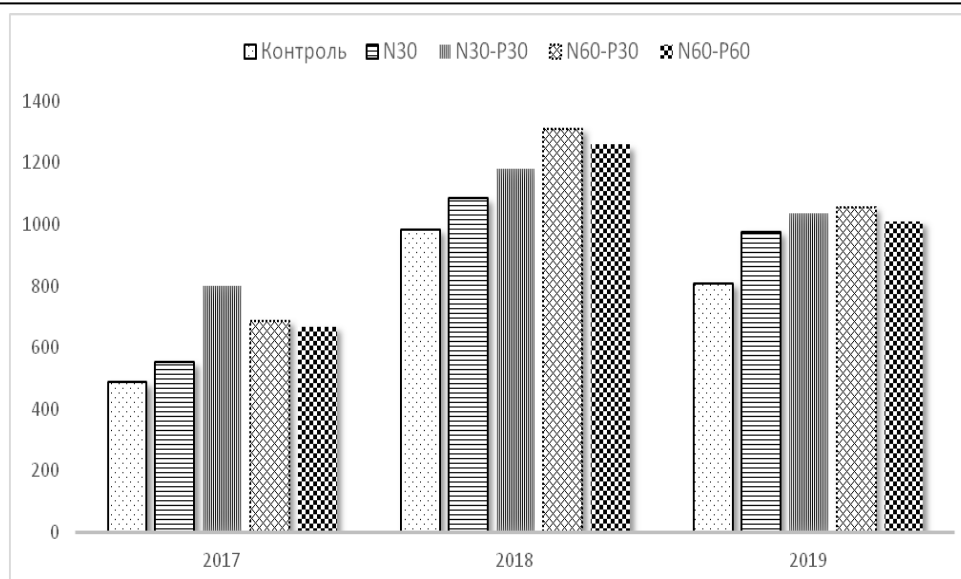


Рис. 2. Фотосинтетический потенциал растений ярового тритикале, тыс.м<sup>2</sup>\*сут./га

Как видно из рисунка 2, характер фотосинтетического потенциала (ФП) по годам исследований подобен изменениям площади листовой поверхности, и, как уже отмечалось выше, наибольшая активность фотосинтетического аппарата была в 2018 году и наибольший уровень ФП за вегетацию отмечается в данном году исследований (982,6-1310,0). В вариантах с применением удобрений ФП был больше контрольного варианта на 99,9-327,4 тыс.м<sup>2</sup>\*сут./га. При этом наибольший уровень ФП за вегетацию отмечен при дозе N<sub>60</sub>-P<sub>30</sub>, что на 4-17 % выше, чем в других вариантах с применением удобрений при посеве. В целом в 2018 году, чем выше норма удобрений, тем больше ФП, за исключением варианта N<sub>60</sub>-P<sub>60</sub>, где разница с N<sub>60</sub>-P<sub>30</sub> не превышала 5 %.

Наиболее низкий ФП отмечен в 2017 году (485,1 – 796,8 тыс.м<sup>2</sup>\*сут./га). При этом также во всех вариантах опыта с применением удобрений ФП за вегетацию оказался выше по сравнению с контролем на 13-64 %, достигнув наибольшего показателя в 796,8 тыс.м<sup>2</sup>\*сут./га при дозе N<sub>30</sub>-P<sub>30</sub>. Применение фосфорных удобрений в условиях дан-

ного года способствовало более высокому уровню ФП за вегетацию.

В 2019 году применение минеральных удобрений также привело к повышению ФП за вегетацию во всех вариантах опыта. Наибольшее влияние на ФП оказало внесение минеральных удобрений в дозе N<sub>60</sub>-P<sub>30</sub>, способствуя его повышению на 31 % относительно контрольного варианта и на 2-8 % выше других вариантов с применением удобрений.

В целом за три года исследований внесение минеральных удобрений при посеве в дозе N<sub>60</sub>-P<sub>30</sub> способствовало наибольшему уровню фотосинтетического потенциала за вегетацию в посевах ярового тритикале.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) определяется валовой продуктивностью фотосинтеза за вычетом затрат органического вещества на дыхание и всевозможные потери.

Наибольшая интенсивность ЧПФ наблюдалась в первый год исследований уже с первого периода вегетации. При этом наибольшая интенсивность была отмечена в варианте без внесения удобрений. В началь-

ный период (от всходов до кушения) ЧПФ превышала в контроле варианты с внесением удобрений на 45-71%. В последующие фазы ЧПФ между исследуемыми вариантами снижалась, находявшись на уровне 7,0-10,2 г/м<sup>2</sup>\*сут.

В 2018 ЧПФ в контрольном варианте уступала на 3% в начальный период, достигнув максимального различия к периоду выход в трубку-колошения до 24% в варианте N<sub>30</sub>. В остальных вариантах с внесением удобрений ЧПФ варьировала относительно контроля на уровне 10 %.

На третий год наблюдений в 2019 г. разница между контролем и вариантами с

внесением удобрений в начальный период роста и развития достигала 58-83 %. В последующие периоды развития ЧПФ в контроле хоть и превосходила варианты с внесением удобрений, но незначительно – 0,06-1,29 г/м<sup>2</sup>\*сут.

В среднем за три года исследований (рис. 3) можно отметить, что величина ЧПФ изменялась на протяжении всего вегетационного периода в зависимости от величины ассимиляционного аппарата, интенсивности его работы и уровня минерального питания.

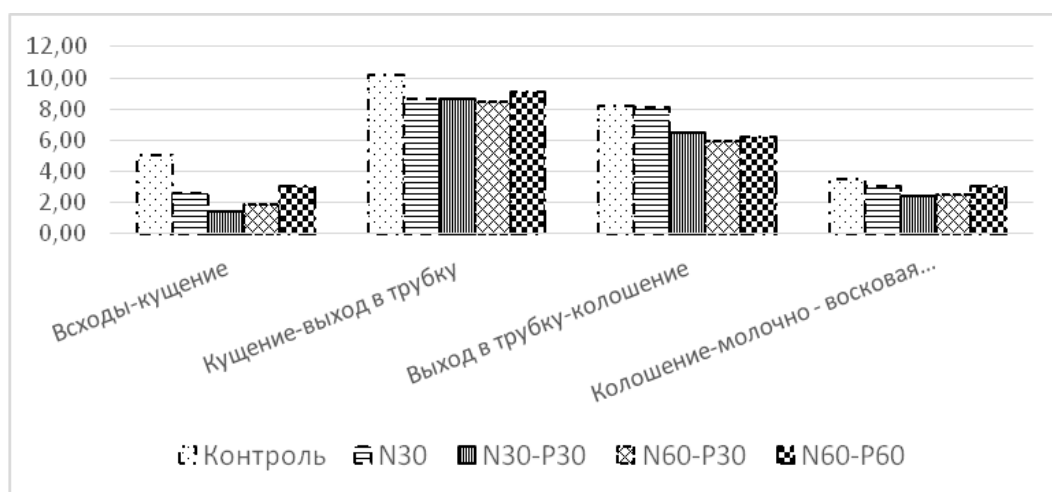


Рис. 3. Чистая продуктивность фотосинтеза растений ярового тритикале, г/м<sup>2</sup> в сутки (среднее за 2017-2019 гг.)

Наиболее интенсивно данный процесс происходил в период от кушения до колошения и достигал показателя в 10,22 г/м<sup>2</sup>\*сут. Причём, ЧПФ в контрольном варианте была выше вариантов с внесением удобрений от 39 % (N<sub>60</sub>-P<sub>60</sub>) до 71% (N<sub>30</sub>) в начале роста и развития в период всходы-кушение. К периоду «кушение - выход в трубку» уровень ЧПФ в контроле продолжал превосходить все варианты с внесением удобрений, но уже всего на 11-17 %. В последующие периоды

наибольший показатель ЧПФ отмечался в контроле и варианте с внесением удобрений в дозе N<sub>30</sub> 8,23 и 8,13 соответственно. В период колошение - молочно-восковая спелось интенсивность деятельности листовой поверхности снижалась, и показатель ЧПФ варьировал в пределах 2,53-3,43 г/м<sup>2</sup>\*сут. Следует отметить, что повышение уровня минерального питания, при котором возрастала площадь листовой поверхности и, как следствие – ФП, приводил к снижению величины ЧПФ

посевов ярового тритикале. Скорей всего это происходило за счёт взаимного затемнения растений тритикале как результат ухудшения светового и воздушного режимов.

Но каким бы ни был показатель ФП и ЧПФ за счёт различной интенсивности деятельности фотосинтетического аппарата, всё же целевым индикатором является накопление сухого вещества растениями в целом.

В 2017 году в фазу кущения накопление сухого вещества растениями тритикале наиболее интенсивно наблюдалось в контроле, превышая варианты с внесением удобрений на 10-20 %. В последующие фазы, в вариантах с внесением удобрений, интенсивность накопления сухого вещества была выше контрольного варианта на 18 % – при  $N_{60}P_{60}$  и на 31 % – при  $N_{60}P_{30}$  соответственно. В вариантах  $N_{30}P_{30}$  и  $N_{30}$  накопление сухого вещества находилось на уровне контроля – 1,05-1,22 т/га. В последующие фазы роста и развития растений тритикале разница по накоплению сухого вещества между вариан-

тами опыта находилась на уровне 3-10%, достигнув наибольших показателей в фазу молочно-восковой спелости в контрольном варианте - 4,65 т/га.

В 2018 и 2019 гг. при достаточном увлажнении в период вегетации количество сухого вещества в контрольном варианте превысило варианты с внесением удобрений только в начальный период – в фазу кущения и составило 1,45 т/га, что выше на 7-20 % соответственно. В последующие фазы наблюдения варианты с внесением удобрений превышали контроль до 41 %, при дозе  $N_{60}P_{60}$  в 2018 году – до 6,83 т/га и 2019 году – до 3,91 т/га соответственно.

Как показано на рисунке 4, в среднем за три года исследований, начиная с фазы выхода в трубку, интенсивность прироста сухого вещества растениями ярового тритикале сорта Кармен была выше в вариантах опыта с внесением минеральных удобрений при посеве.

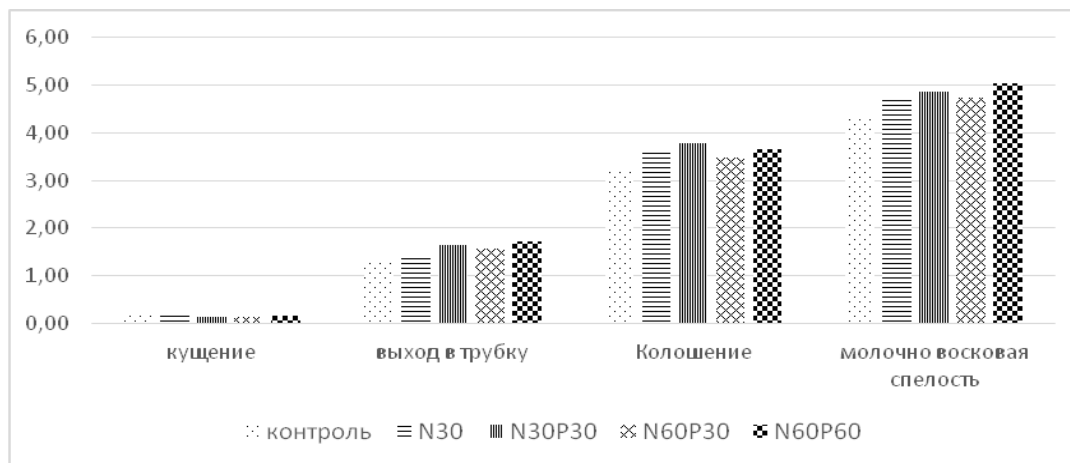


Рис. 4. Накопление сухого вещества растениями ярового тритикале, т/га, (среднее за 2017-2019гг.)

При этом отмечено, что в фазу кущения в контрольном варианте уровень накопления сухого вещества оказался на 3-14 % выше вариантов с внесением удобрений, но уже к фазе

выхода в трубку количество сухого вещества в вариантах с внесением удобрений возросло на 6-27 % относительно контроля, при норме  $N_{60}P_{60}$  составило 1,72 т/га. В последу-

ющие фазы разница между контролем и вариантами с внесением удобрений была не ниже 10 %, что свидетельствует о положительном эффекте внесения минеральных удобрений при посеве. При этом разница по вариантам

опыта с внесением удобрений в среднем составляла всего около 5 %.

Целевым результатом фотосинтетической деятельности в первую очередь является урожайность.

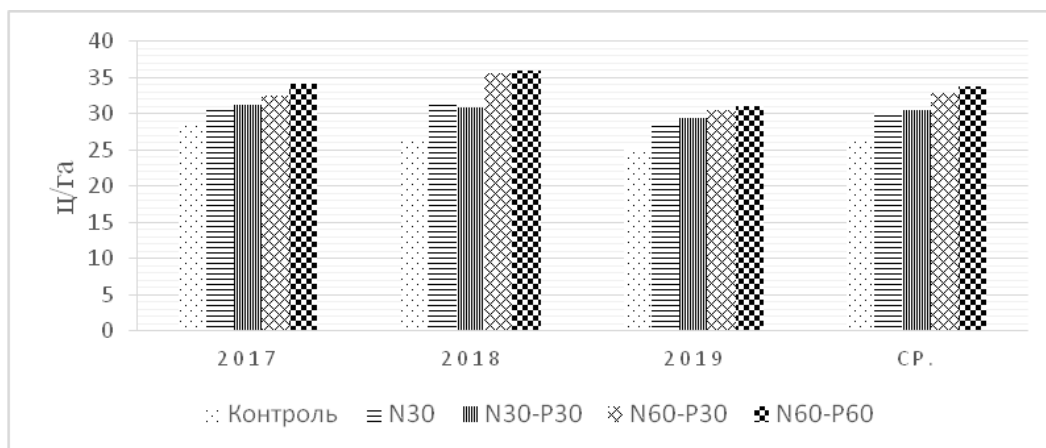


Рис. 5. Влияние минеральных удобрений на урожайность яровой тритикале, ц/га

Как показано на рисунке 5, по результатам исследований в 2017 г. при удовлетворительных условиях увлажнения урожайность ярового тритикале в вариантах опыта колеблется от 28,8 до 34,2 ц/га. При этом применение удобрений при посеве способствует повышению урожайности от 6 % ( $N_{30}$ ) до 19 % ( $N_{60}-P_{60}$ ) относительно варианта без внесения удобрений, а общий уровень прибавки при увеличении нормы удобрений варьируется от 3 до 6% между вариантами опыта.

2018 год был отмечен наиболее благоприятным соотношением уровня осадков и температуры в вегетационный период, что способствовало получению самой высокой урожайности зерна за 3 года наблюдений. При этом наибольшая урожайность была в варианте  $N_{60}-P_{60}$  и составила 36,0 ц/га, что выше контроля на 9,6 ц/га, однако и в варианте  $N_{60}-P_{30}$  урожайность была всего на 0,3 ц/га ниже относительно варианта с

наибольшей дозой внесения удобрений, что находится в пределах ошибки опыта.

В 2019 году показатель интенсивности влагообеспеченности вегетационного периода находился на высоком уровне, однако, равномерность их выпадения носила контрастный характер, и всё это привело к самому низкому уровню урожайности зерна за все годы наблюдений. При этом в 2019 году, как и в предыдущие года исследований, применение минеральных удобрений при посеве способствовало повышению урожайности зерна на 13-23 % относительно контроля, повышение нормы удобрений между вариантами опыта способствовало повышению урожайности всего 2-3 %.

В среднем за три года исследований, при применении различных доз минеральных удобрений, урожайность ярового тритикале сорта Кармен составила 31,9 ц/га, а в контрольном варианте – 26,8 ц/га. Наиболее высокая урожайность (33,8 ц/га) отмечена в ва-

рианте при внесении наибольшей дозы  $N_{60}-P_{60}$ : прибавка в данном варианте в сравнении с контролем составила 7,0 ц/га или 26 %. При этом значительное повышение урожайности в среднем за три года исследований наблюдается в вариантах опыта с увеличением дозы азотных удобрений  $N_{30}$  и  $N_{60}-P_{30}$  на 13 и 23 % соответственно. Применение фосфорных удобрений хотя и способствовало повышению урожайности зерна, но всего на 1 и 3 % относительно вариантов  $N_{30}-P_{30}$  и  $N_{60}-P_{60}$  соответственно.

**Выводы.** Проводя сравнительную оценку применения различных доз минеральных удобрений при выращивании перспективной зерновой культуры ярового тритикале в условиях Амурской области, можно отметить, что величина площади листьев во многом зависит от уровня внесения минеральных удобрений при посеве. Если в начальный период она была практически не различима по вариантам опыта, то начиная с фазы выхода в

трубку, интенсивность нарастания площади листьев увеличилась относительно контроля на 15-31 %, достигнув максимального показателя к фазе колошения в варианте  $N_{60}-P_{30}$  (20,5 тыс.м<sup>2</sup>/га). При этом разница между контрольным вариантом (без внесения удобрений) составила 23 %. Как следствие, количество сухого вещества по вариантам опыта с внесением удобрений также возросло, достигнув наивысшего уровня к концу вегетации более 5 т/га при наибольшей дозе удобрений. В результате и урожайность зерна в опыте с применением удобрений была значительно выше варианта без внесения удобрений. Однако при посеве растения ярового тритикале отреагировали на применение азотных удобрений более положительно, чем фосфорных. Поэтому при выборе конкретного вида удобрений более предпочтительно использовать азотные удобрения, так как они дают наибольший эффект при наименьших затратах.

#### Литература

1. Муратов А.А. Влияние нормы высева зерна на фотосинтетическую деятельность посевов ярового тритикале // Дальневосточный аграрный вестник. 2020. №1(53). С. 32-38. DOI 10.24411/1999-6837-2020-11005.
2. Кравчук О.В., Муратов А.А. Выживаемость растений ярового тритикале при разных сроках посева в условиях Южной зоны Амурской области // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: Материалы всероссийской научно-практической конференции. В 2-х частях, Благовещенск, 11 апреля 2018 года. Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2018. С. 81-82.
3. Selle PH, Moss AF, Khoddami A, Chrystal PV, Liu SY. Starch digestion rates in multiple samples of commonly used feed grains in diets for broiler chickens. Anim Nutr 2021;7(2):450-9. DOI 10.1016/j.aninu.2020.12.006/
4. Новосёлов С.И., Узорова К.Р., Новоселова И.Ю. Влияние минеральных удобрений на урожайность и химический состав зерна сортов ярового тритикале // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2019 №21. С. 6-9.
5. Новосёлов С.И., Куклина Т.Е., Гусева О.С. Влияние удобрений на урожайность сортов яровой тритикале в условиях дерново-подзолистых почв республики Марий Эл // Вестник Марийского государственного университета серия: сельскохозяйственные науки, экономические науки. 2017. №4(12). С. 27-32.
6. Данилов А.В., Гусева О.С., Лапшин Ю.А., Максимов В.А., Золотарёва Р.И. Продуктивность сортов яровой тритикале при разных дозах минерального удобрения в условиях республики Марий Эл // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2019. №21. С. 23-26.
7. Гринько А.В., Кулыгин В.А. Влияние фона минерального питания на урожайность ярового тритикале при различных способах основной обработки почвы // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017. №12(25). С. 130-135.



- 
8. Лапшин Ю.А., Новоселов, А.В. Данилов. Влияние минеральных удобрений на продуктивность ярового тритикале в условиях республики Марий Эл // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. №56. С.74-81.
9. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник / под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф. П.В. Тихончука. Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ. 2016. 570 с.
10. Kádár I. and Ragályi P. Fertilizer effects in a triticale monoculture on sandy soil *Agrokemia es Talajtan* Volume 63, Issue 2, 2014, Pages 283-294 DOI: 10.1556/Agrokem.63.2014.2.8
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. Москва: Альянс, 2011. ISBN 9785903034963.
12. Kalashnikov N.P., Tikhonchuk P.V., Fokin S.A. The influence of micronutrients on the productivity of corn during cultivation on green mass in the southern zone of Amur region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Khabarovsk: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012043. – DOI 10.1088/1755-1315/547/1/012043.
13. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (Методы и задачи учета в связи с формированием урожая). 1961. 135 с.

## PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SPRING TRITICALE CROPS DEPENDING ON THE LEVEL OF MINERAL NUTRITION IN THE SOUTHERN ZONE OF THE AMUR REGION

**A.A. Muratov**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor;

**P.V. Tikhonchuk**, Dr. Agr. Sci., Professor;

**E.V. Tuaeва**, Dr. Agr. Sci., Associate Professor;

**E.B. Zakharova**, Dr. Agr. Sci., Associate Professor;

**E.A. Semenova**, Dr. Agr. Sci., Associate Professor;

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Far Eastern State Agrarian University»,

86, Polytechnicheskaya Street, Blagoveshchensk, Amur Oblast, Russia, 675005

E-mail: nic\_dalgau@mail.ru

### ABSTRACT

High yields can be achieved by using modern agronomic techniques, including the optimization of mineral nutrition. In this regard, the aim was to study the possibility of increasing photosynthetic activity and plant productivity of spring triticale cultivar Karmen based on the creation of the most optimal mineral nutrition as a result of different doses of mineral fertilizers during sowing. The research was conducted in 2017-2019 in the southern agricultural zone of the Amur region. As a result of studies it was found that the value of leaf area depended on the dose of fertilizer during sowing and from the phase of the emergence of the booting stage intensity of leaf area growth increased relative to control by 15-31 %, reaching the maximum indicator to the phase of earing in the variant N60-P30 (20.5 thousand m<sup>2</sup>/ha). As a consequence, the amount of dry matter in the experiment variants with fertilizer application also increased, reaching the highest level by the end of the growing season more than 5 dt/ha at the highest dose of fertilizer. As a result, the grain yield in the experiment with the use of fertilizers was significantly higher than in the version without fertilizers and averaged 31.9 dt/ha,

while in the control version it was 26.8 dt/ha. The highest yield (33.8 dt/ha) was observed in the variant with the highest dose of N60-P60: the increase in this variant compared to the control was 7.0 dt/ha or 26 %. At the same time, a significant increase in productivity was observed in variants with the increase of doses of nitrogen fertilizers N30 and N60-P30 by 13 and 23 %, respectively. Application of phosphorous fertilizers contributed to the increase in grain yield, but only by 1 and 3 % relative to the variants N30-P30 and N60-P60, respectively.

*Key words: spring triticale, mineral fertilizers, photosynthetic activity, yield.*

#### References

1. Muratov A.A. Vliyanie normy vyseva zerna na fotosinteticheskuyu deyatel'nost' posevov yarovogo triticale (Influence of the seeding rate of grain on the photosynthetic activity of crops of spring triticale), Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik, 2020, No. 1(53), Pp. 32-38. DOI 10.24411/1999-6837-2020-11005.
2. Kravchuk O.V., Muratov A.A. Vyzhivaemost' rastenii yarovogo tritikale pri raznykh srokakh poseva v usloviyakh Yuzhnoi zony Amurskoi oblasti (Survival of spring triticale plants at different sowing dates in the southern zone of the Amur region), Agropromyshlenniy kompleks: problemy i perspektivy razvitiya: Materialy vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. V 2-kh chastyakh, Blagoveshchensk, 11 aprelya 2018 goda, Blagoveshchensk: Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2018, Pp. 81-82.
3. Selle PH, Moss AF, Khoddami A, Chrystal PV, Liu SY. Starch digestion rates in multiple samples of commonly used feed grains in diets for broiler chickens. Anim Nutr 2021;7(2):450-9. DOI 10.1016/j.aninu.2020.12.006.
4. Novoselov S.I, Uzorova K.R., Novoselova I.Yu. Vliyanie mineral'nykh udobrenii na urozhainost' i khimicheskii sostav zerna sortov yarovogo triticale (The influence of mineral fertilizers on the yield and chemical composition of grain varieties of spring triticale), Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khozyaistva, 2019, No. 21, Pp. 6-9.
5. Novoselov S.I., Kuklina T.E., Guseva O.S. Vliyanie udobrenii na urozhainost' sortov yarovoi tritikale v usloviyakh dernovo-podzolistykh pochv respubliky Marii El (The influence of fertilizers on the yield of spring triticale varieties in the conditions of sod-podzolic soils of the Republic of Mari El), Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta seriya: sel'skokhozyaistvennye nauki, ekonomicheskie nauki, 2017, No. 4(12), Pp. 27-32.
6. Danilov A.V., Guseva O.S., Lapshin Yu.A., Maksimov V.A., Zolotareva R.I. Produktivnost' sortov yarovoi tritikale pri raznykh dozakh mineral'nogo udobreniya v usloviyakh respubliky Marii El (The productivity of spring triticale varieties at different doses of mineral fertilizers in the conditions of the Republic of Mari El), Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khozyaistva, 2019, No. 21, Pp. 23-26.
7. Grin'ko A.V., Kulygin V.A. Vliyanie fona mineral'nogo pitaniya na urozhainost' yarovogo tritikale pri razlichnykh sposobakh osnovnoi obrabotki pochvy (Influence of the background of mineral nutrition on the yield of spring triticale with different methods of basic tillage), Byulleten' nauki i praktiki. Elektron. Zhurn, 2017, No. 12(25), Pp. 130-135.
8. Lapshin Yu.A., Novoselov S.I., Danilov A.V. Vliyanie mineral'nykh udobrenii na produktivnost' yarovogo tritikale v usloviyakh respubliky Marii El (The influence of mineral fertilizers on the productivity of spring triticale in the conditions of the Republic of Mari El), Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2019, No. 56, Pp.74-81.
9. Sistema zemledeliya Amurskoi oblasti: proizvodstvenno-prakticheskii spravochnik (The farming system of the Amur region: production and practical reference book), pod obshch. red. d-ra s.-kh. nauk, prof. P.V. Tikhonchuka. Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo GAU, 2016, 570 p.
10. Kádár I. and Ragályi P. Fertilizer effects in a triticale monoculture on sandy soil Agrochemia es Talajtan Volume 63, Issue 2, 2014, Pages 283-294 DOI: 10.1556/Agrokem.63.2014.2.8
11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnik dlya studentov vysshikh sel'skokhozyaistvennykh uchebnykh zavedenii po agronomicheskim spetsial'nostyam (Field experiment methodology: (with the basics of statistical processing of research results): a textbook for students of high-

---

er agricultural educational institutions in agronomic specialties), Izd. 6-e, ster., perepech. s 5-go izd. 1985 g. Moskva: Al'yans, 2011. ISBN 9785903034963.

12. Kalashnikov, N.P. Tikhonchuk P.V., Fokin S. A. The influence of micronutrients on the productivity of corn during cultivation on green mass in the southern zone of Amur region, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Khabarovsk: Institute of Physics Publishing, 2020. P. 012043. DOI 10.1088/1755-1315/547/1/012043.

13. Nichiporovich A.A. Fotosinteticheskaya deyatelnost' rastenii v posevakh (Metody i zadachi ucheta v svyazi s formirovaniem urozhaev) (Photosynthetic activity of plants in crops (Methods and tasks of accounting in connection with the formation of crops), M., 1961, 135 p.