

ВЛИЯНИЕ МАКРОУДОБРЕНИЙ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

*Н.А. Воронкова, д.с.-х.н., В.А. Волкова, Н.А. Цыганова, Н.Ф. Балабанова, к.с.-х.н.,
ФГБНУ Омский аграрный научный центр
Россия, 644012, г. Омск, просп. Королева, 26
e-mail: volkovaVA1989@yandex.ru*

Интенсивность процесса фотосинтеза и продуктивность растений зависят от качественного состава и количественного соотношения пигментов. Исследованиями установлено, что внесение минеральных удобрений увеличило содержание Хл (a+b) в фазе выхода в трубку на 114% и в фазе колошения на 14%. Некорневая подкормка стимуляторами роста (янтарной кислотой и Биостимом марки Зерновой) в сочетании с внесением минеральных удобрений активировали работу фотосинтетического аппарата яровой мягкой пшеницы. Комплексное применение минеральных удобрений с некорневой подкормкой янтарной кислотой обеспечило максимальный хлорофилльный индекс посевов пшеницы в фазе колошения – 119,8 кг/га. Выявлена тесная корреляционная связь урожайности яровой мягкой пшеницы с содержанием в листьях хлорофилла a, b и их суммы в фазе выхода в трубку ($r=0,95-0,96$) и с содержанием хлорофилла a в фазе колошения ($r=0,86$).

Ключевые слова: минеральные удобрения, стимуляторы роста, некорневая подкормка, урожайность, яровая пшеница, хлорофилл, фотосинтез.

Для цитирования: Воронкова Н.А., Волкова В.А., Цыганова Н.А., Балабанова Н.Ф. Влияние макроудобрений и стимуляторов роста на содержание хлорофилла в листьях яровой пшеницы // Плодородие. – 2022. – №1. – С. 17-21. DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.05.

Массовая доля сухого вещества в фитоценозе на 90-95% состоит из органического вещества, в том числе и урожай сельскохозяйственных культур, первичным источником которого является фотосинтез. Это уникальный биологический процесс, генератор энергии, обеспечивающий рост, развитие растений, вовлечение в биологический круговорот нутриентов и их метаболизм. Основная составная часть фотосинтетического аппарата – зеленые пигменты, функционал которых заключается в трансформации солнечной энергии в энергию химических соединений. От содержания зеленых пигментов и эффективности их работы зависит продуктивность растений.

Проведены исследования, доказывающие, что продуктивность фотосинтеза зависит от абиотических и биотических факторов [4, 9]. Следует отметить, что в агроценозах на фотосинтетическую активность влияют водный, питательный и другие режимы, многие из которых регулируются агротехническими приемами. В исследованиях [9] установлено, что за счет оптимизации работы фотосинтетического аппарата можно увеличить зерновую урожайность на 10-60%. Значимая роль в повышении фотосинтетических параметров принадлежит минеральному питанию [1]. Применение микро- и макроудобрений, регуляторов роста и других агрохимических средств при возделывании сельскохозяйственных культур положительно сказывается на продуктивности агроценоза [10]. Поступление питательных веществ в растение реализуется в виде основного, припосевного и foliarного внесения. При основном внесении нутриенты локализуются в корнеобитаемом слое почвы, обеспечивая растения элементами питания с начального этапа онтогенеза. Foliarное внесение позволяет за короткий промежуток времени устранить дефицит питательных веществ или активизировать биохимические процессы, так как проникновение их через листовые пластинки растения происходит быстрее, чем через корень.

При возделывании яровой мягкой пшеницы – одной из основных сельскохозяйственных культур в Омской области, агрохимические средства вносят чаще всего указанными ранее агротехническими приемами. Регион имеет хорошие показатели инсоляции, однако, неравномерность выпадения атмосферных осадков, высокие температуры в сочетании с воздушными засухами в течение вегетационного периода снижают эффективность фотосинтеза.

Цель нашего исследования – изучить влияние минеральных удобрений и стимуляторов роста на содержание хлорофилла в листьях яровой мягкой пшеницы на лугово-черноземной почве южной лесостепной зоны Западной Сибири.

Методика. Исследования проводились в 2018-2019 г. на опытном поле ФГБНУ «Омский АНЦ» в южной лесостепной зоне Западной Сибири. Опыт размещен в пятипольном зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: 1 – пар чистый; 2 – яровая пшеница; 3 – соя; 4 – яровая пшеница; 5 – ячмень. Севооборот заложен в 1987 г., развернут во времени и в пространстве.

Объекты исследования – мягкая яровая пшеница сорта Омская 36, почва. Решение поставленных задач осуществлялось закладкой двухфакторного полевого опыта (2 x 5): схема опыта приведена в таблице 1. Некорневая подкормка (НП) проводилась в фазе кущения следующими препаратами: Биостим марки Зерновой (33 мл/10 л), Янтарная кислота (2 г/10 л) и Лигногумат (10 мл/10 л). В качестве контрольных вариантов в схему опыта были включены варианты без некорневой подкормки (контроль). Расход рабочего раствора – 300 л/га. Повторность 4-кратная, размещение делянок – систематическое, учетная площадь делянки – 16 м².

Почва опытного участка – лугово-черноземная среднесуглинистая со следующими агрохимическими показателями в пахотном слое: содержание гумуса (по Тюрину) – 6,4-6,6%, валового азота (по

Кьельдалю-Иодельбауеру) – 0,29%, повышенное содержание P_2O_5 – 132 мг/кг и очень высокое содержание K_2O (по Чирикову) – более 285 мг/кг почвы. Суммарное количество поглощенных оснований (по Каппену) составляло 32,1 ммоль/100 г почвы, доля Ca^{2+} – 89%, Mg^{2+} – 11 и $Na^+ < 1\%$, pH (по методу ЦИНАО) 6,4-6,7.

Вегетационный период 2018 г. характеризовался как прохладный и влажный. За данный промежуток времени выпало 245 мм осадков, что составило 124% от среднееголетнего значения. Средняя температура за 4 месяца была на 1°C ниже среднееголетнего значения. В 2019 г. распределение осадков за вегетационный период было неравномерным: наибольшее количество выпало в июне (165% от нормы), а наименьшее (43%) – в июле. Температура воздуха была в пределах среднееголетних значений.

Агротехнология – общепринятая для зоны. Яровую пшеницу высевали по паровому предшественнику в оптимальные для зоны сроки с нормой высева – 5,0 млн всхожих семян на 1 га. Минеральные удобрения (Naa с содержанием N – 34%, АФ с содержанием P – 52% и N – 12%) в дозе $N_{18}P_{42}$ на 1 га севооборотной площади вносили весной до посева локально сеялкой на глубину 6-8 см.

Извлечение хлорофилла проводили по методу Л.П. Брагинского 100%-ным ацетоном. Оптическую плотность определяли на спектрофотометре АrelPD-303 при длине волн 662 и 644 нм. Расчет массы хлорофилла (в мг/л) осуществляли по формулам:

Хлорофилл *a* (Хл *a*) = $9,784 \cdot E_{662} - 0,990 \cdot E_{644}$;

Хлорофилл *b* (Хл *b*) = $21,426 \cdot E_{644} - 4,650 \cdot E_{662}$.

Расчет количества хлорофилла на 1 г сырой массы выполняли по формуле:

$A = CV/1000 \cdot a$,

где *A* – количество хлорофилла *a* или *b*; *C* – рассчитанная ранее концентрация хлорофилла *a* или *b*, мг/л; *V* – объем вытяжки, мл; *a* – навеска, г.

Результат пересчитали на воздушно-сухое вещество (возд.-сух. в-во). Урожайность пшеницы приведена к 100%-ной чистоте и стандартной влажности 14%. Математическая обработка экспериментальных данных выполнена стандартными методами по Б.А. Доспехову [2].

Результаты и их обсуждение. Для оценки влияния изучаемых факторов на интенсивность фотосинтеза были проанализированы следующие показатели: содержание хлорофилла *a*, *b* в листьях, их сумма, отношение *a/b* и хлорофилльный индекс.

Зеленые пигменты (Хл *a* и Хл *b*) – это одни из основных функциональных компонентов фотосинтетического аппарата листьев растений, высокая фотосинтетическая активность которых определяется характерными чертами химической структуры их молекул. Хл *a* – важнейшая составляющая всех растений по переводу энергии солнечных лучей в химических реакциях. Хл *b* является вспомогательным компонентом и передает поглощенную им энергию хлорофиллу *a*. При дефиците Хл *b* происходят задержка цветения, уменьшение количества и площади листьев растений и преждевременное их старение, и как следствие, снижение биомассы растений и их урожайности.

Содержание Хл *a* и *b* в листьях пшеницы определяли в фазы выхода в трубку (первый срок) и колошения (второй срок). Установлено, что в первый срок отбора растительных проб содержание Хл (*a* + *b*) равно 7,92 мг/г возд.-сух. в-ва, а во второй – 10,16 мг/г возд.-сух. в-ва, в среднем по фактору. Прирост содержания пигментов в листьях составил 28% и зависел в большей степени от фазы роста и развития культуры (табл. 1).

1. Влияние макроудобрений и стимуляторов роста на содержание хлорофилла в листьях пшеницы в фазе выхода в трубку (через 11 дней после НП) и в фазе колошения (через 27 дней после НП), мг/г возд.-сух. в-ва

| Фон | Вариант НП | Выход в трубку | | | | Колошение | | | |
|--------------------------------|------------------------|----------------|----------|------------|------------|-----------|----------|------------|------------|
| | | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>a+b</i> | <i>a/b</i> | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>a+b</i> | <i>a/b</i> |
| Без удобрений | Контроль (б/у) | 3,00 | 1,52 | 4,52 | 1,97 | 4,84 | 3,88 | 8,72 | 1,25 |
| | Биостим марки Зерновой | 3,83 | 2,10 | 5,93 | 1,82 | 5,32 | 4,36 | 9,68 | 1,22 |
| | Янтарная кислота | 4,03 | 2,38 | 6,41 | 1,69 | 5,44 | 4,60 | 10,04 | 1,18 |
| | Лигногумат | 3,61 | 1,98 | 5,59 | 1,82 | 5,19 | 4,13 | 9,32 | 1,40 |
| $N_{18}P_{42}$ | Контроль | 6,40 | 3,27 | 9,67 | 1,96 | 5,90 | 4,10 | 10,00 | 1,32 |
| | Биостим марки Зерновой | 6,73 | 3,47 | 10,20 | 1,94 | 5,95 | 4,52 | 10,47 | 1,44 |
| | Янтарная кислота | 7,13 | 3,80 | 10,93 | 1,88 | 6,67 | 5,81 | 12,48 | 1,15 |
| | Лигногумат | 6,66 | 3,48 | 10,14 | 1,91 | 6,05 | 4,48 | 10,53 | 1,60 |
| Среднее | | 5,17 | 2,75 | 7,92 | 1,87 | 5,67 | 4,49 | 10,16 | 1,32 |
| HCP ₀₅ А В АВ | | 0,38 | 0,32 | 0,70 | 0,12 | 0,40 | 1,15 | 1,34 | 0,12 |
| | | 0,54 | 0,46 | 0,99 | 0,17 | 0,57 | 1,63 | 1,90 | 0,15 |
| | | 0,77 | 0,65 | 1,40 | 0,23 | 0,81 | 0,30 | 2,68 | 0,20 |

Примечание. Фактор А – минеральные удобрения, фактор В – НП (здесь и в табл. 2).

Минимальное содержание Хл (*a* + *b*) отмечалось в варианте без внесения минеральных удобрений в фазы выхода в трубку и колошения. Максимальное содержание Хл (*a* + *b*) было в варианте НП янтарной кислотой на фоне $N_{18}P_{42}$ в фазы выхода в трубку и колошения. Следует отметить, что внесение минеральных удобрений оказало положительное влияние на синтез хлоропластов, в фазе выхода в трубку только за счет этого фактора содержание его увеличилось на 5,15 мг/г возд.-сух. вещества и на 1,28 мг/г возд.-сух. в-ва в фазе колошения. Анализ суммарного содержания Хл (*a* + *b*) в листьях свидетельствует о том, что за счет улучшения условий минерального питания пшеницы (внесение $N_{18}P_{42}$) к фазе трубкования сформировался полноценный фотосинтетический аппарат. Содержание зеленых

пигментов было 9,67-10,93 мг/г возд.-сух. в-ва и к фазе колошения существенно не изменилось. Тогда как на неудобренном фоне наблюдался постепенное увеличение содержания пигментов от фазы к фазе. Из вариантов некорневой подкормки (НП) растений положительное действие на суммарный показатель хлорофиллов (*a* + *b*) оказала обработка растений пшеницы янтарной кислотой. Действие этого приема проявилось на обоих фонах удобренности в изучаемые фазы роста и развития растений пшеницы. В фазе выхода в трубку на неудобренном фоне содержание Хл (*a* + *b*) в листьях за счет НП янтарной кислотой увеличилось на 42%, в фазе колошения – на 15%. На фоне внесения минеральных удобрений $N_{18}P_{42}$ – на 13 и 11% соответственно. Эффективность применения комплексного препарата Биостим

марки Зерновой, принимая во внимание содержание Хл ($a + b$), была близка к действию НП янтарной кислотой. НП Лигногуматом существенно не повлияла на изменение данного показателя.

При дифференцированном анализе содержания пигментов a и b отмечались как аналогичные зависимости, рассмотренные ранее, так и специфические. Содержание Хл a и b являются сопряженными величинами, что доказала корреляционная обработка данных (рис. 1). Содержание Хл a (Y) находилось в тесной корреляционной зависимости от содержания Хл b (X), коэффициент аппроксимации в фазе трубкования составил 0,98, колошения – 0,58. В листьях пшеницы одновременно

синтезировался как Хл a , так и Хл b . Следует отметить, что их синтез в большей мере активировался внесением минеральных удобрений. Содержание Хл a на удобренном фоне возросло на 85% и Хл b на 76% в фазе выхода в трубку, в фазе колошения – на 16 и 9% соответственно. Различия в приросте Хл a и b объяснялись тем, что к фазе колошения на неудобренном фоне содержание пигментов достигло максимума, а на удобренном, в сравнении с фазой трубкования, существенно не изменилось. Лучшими вариантами НП по действию на синтез пигментов следует считать варианты обработки янтарной кислотой и Биостимом марки Зерновой. Содержание Хл a и b было наибольшим.

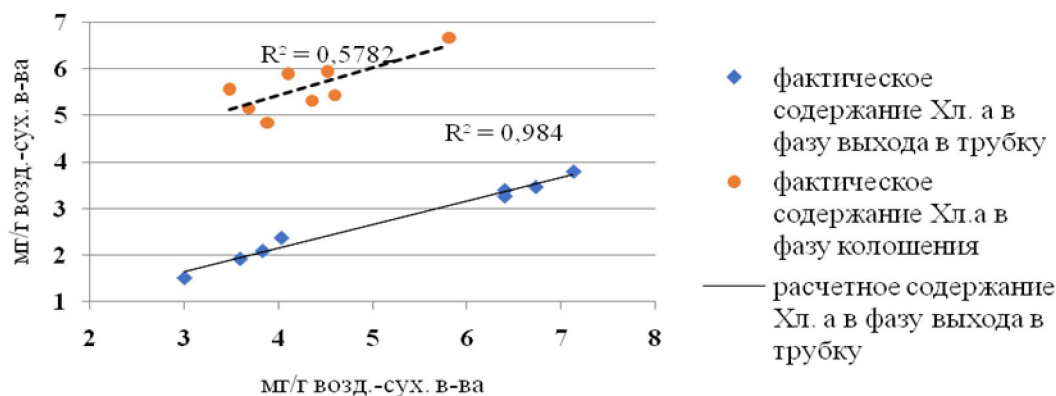


Рис. 1. Корреляционная связь между содержанием хлорофилла a (Y) и b (X)

Полученные результаты исследований в полевом севообороте подтверждают, что содержание хлорофилла является модификационным признаком и регулируется агротехническими приемами. Кроме того, их применение позволяет нивелировать неблагоприятные условия внешней среды. Такого же мнения придерживались Г.А. Маринкина, Н.Е. Новикова, С.К. Мингалев и другие, которые отмечали, что оптимизация минерального питания положительно влияет на эффективность работы фотосинтетического аппарата [5, 6, 8].

Считается, что важны не только количественные характеристики содержания хлорофилла в растении, но и отношение Хл a/b , которое характеризует фотохимическую активность листьев и является признаком адаптации фотосинтетического аппарата к воздействию неблагоприятных факторов [7]. В стрессовых ситуациях происходит усиление работы антенной фотосистемы II и за счет увеличения содержания Хл b соотношение Хл a/b уменьшается. [3]. Высокие значения отношения могут служить критерием хорошей потенциальной интенсивности фотосинтеза. В наших исследованиях отношение Хл a/b в фазе трубкования изменялось в узких пределах без видимых зависимостей от изучаемых факторов. К фазе колошения отношение пигментов было на уровне 1,15-1,60. Отмечена тенденция к снижению Хл a/b в варианте НП янтарной кислотой в фазе колошения на обоих фонах удобренности, что объясняется, вероятно, тем, что к этой фазе сформировался полноценный стеблестой растений и нижний ярус листьев был затенен. Это могло спровоцировать увеличение содержания Хл b . Янтарная кислота стимулировала синтез Хл b , который является дополнительным пигментом растительных клеток и позволяет использовать более широкий диапазон световых волн для фотосинтеза.

Сравнительная оценка хлорофилльных индексов (ХлИ) листьев пшеницы (количество хлорофилла на

единицу площади по фазам роста и развития растений) показала, что в процессе онтогенеза ХлИ увеличивался. Кроме того, отмечалось влияние минеральных удобрений и НП стимуляторами роста (табл. 2).

Наибольший ХлИ получен у растений пшеницы на минеральном фоне в варианте НП янтарной кислотой – в 2 раза больше, чем в контрольном варианте.

Анализ урожайности зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от НП стимуляторами роста показал, что действие их проявлялось только при оптимальном уровне минерального питания растений (рис. 2).

На неудобренном фоне существенная прибавка получена только от некорневой подкормки янтарной кислотой – 0,18 т/га зерна. На минеральном фоне равнозначным было использование раствора янтарной кислоты (0,02%) и препарата Биостим марки Зерновой – прибавки составили, соответственно, 0,29 и 0,24 т/га зерна. Наибольшая урожайность зерна 3,02 т/га получена от НП янтарной кислотой и основного внесения $N_{18}P_{42}$ на 1 га севооборотной площади.

Таким образом, можно сделать вывод, что растения с более высоким содержанием хлорофилла поглощают больше энергии и, как следствие, имеют более высокую интенсивность фотосинтеза, что определяло продукционный процесс. Установление связи урожайности пшеницы с содержанием хлорофилла показало, что наиболее тесная ($r=0,95-0,96$) зависимость этих показателей отмечена в фазе выхода в трубку (рис. 3).

К фазе колошения определяющим показателем было содержание Хл a ($r=0,86$). Анализ линии тренда графиков зависимости урожайности от содержания хлорофилла в листьях пшеницы свидетельствовал о прогрессивном росте урожайности при увеличении концентрации хлорофилла в листьях.

2. Хлорофилльный индекс листьев пшеницы в зависимости от применения макроудобрений и некорневой подкормки стимуляторами роста, кг/га

| Фон | Вариант НП | Фаза | |
|---------------------------------|------------------------|----------------|-----------|
| | | выход в трубку | колошение |
| Без удобрений | Контроль | 9,94 | 47,96 |
| | Биостим марки Зерновой | 11,27 | 56,14 |
| | Янтарная кислота | 14,07 | 64,26 |
| | Лигногумат | 12,70 | 40,66 |
| N ₁₈ P ₄₂ | Контроль | 26,11 | 70,00 |
| | Биостим марки Зерновой | 33,66 | 84,81 |
| | Янтарная кислота | 39,35 | 119,81 |
| | Лигногумат | 34,30 | 77,83 |
| HCP ₀₅ :A | | 3,12 | 25,68 |
| B | | 4,41 | 18,16 |
| AB | | 6,23 | 36,31 |

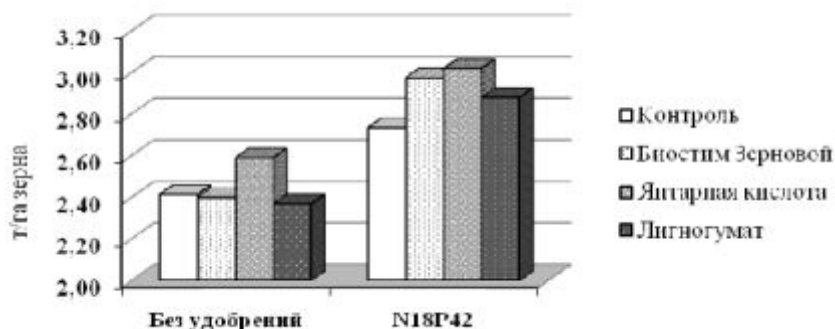


Рис. 2. Влияние минеральных удобрений и некорневой подкормки стимуляторами роста на урожайность яровой пшеницы

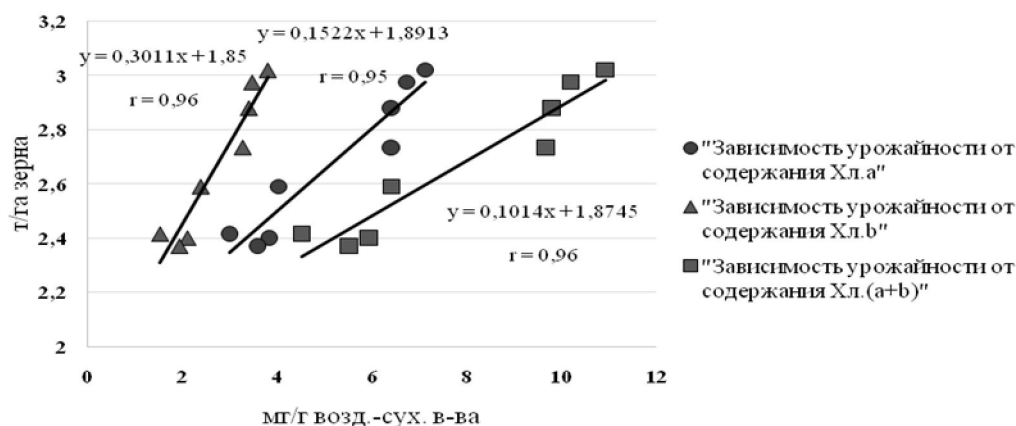


Рис. 3. Зависимость урожайности яровой пшеницы (Y) от содержания пигментов (X) в листьях в фазе трубкования; линии тренда показывают расчетную урожайность (т/га) в зависимости от содержания пигментов (мг/г возд.-сух. вещ-ва)

Заключение. Улучшение условий минерального питания за счет внесения удобрений (N₁₈P₄₂) и фолиарной обработки стимуляторами роста увеличивало содержание хлорофилла в листьях и ХлИ. Внесение минеральных удобрений увеличило содержание Хл (a + b) в фазы выхода в трубку на 114% и колошения на 14%. НП янтарной кислотой и Биостимом марки Зерновой способствовала синтезу хлорофилла в листьях пшеницы. ХлИ посева яровой мягкой пшеницы в фазе колошения за счет применения минеральных удобрений увеличился на 22,04 кг/га, или 46%, в сравнении с неудобренным фоном. Наибольший ХлИ отмечен при комплексном применении N₁₈P₄₂ и НП янтарной кислотой – 119,81 кг/га. В этом варианте получена максимальная урожайность культуры в опыте – 3,02 т/га зерна.

Литература

1. Войтович Н.В. Изменение физиологических параметров сортов яровой пшеницы от технологии их возделывания / Н.В. Войтович, В.М. Никифоров // Агрохимический вестник. – 2019 – №3. – С. 49–53.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 357 с.
3. Иванов Л.А. Изменение содержания хлорофиллов и каротиноидов в листьях степных растений вдоль широтного градиента на Южном Урале / Л.А. Иванов, Л.А. Иванова, Д.А. Ронжина, П.К. Юдина // Физиология растений. – 2013. – № 6. – С. 856–864.
4. Костин О.В. Изменения фотосинтетических показателей озимой пшеницы от воздействия регуляторов роста / О.В. Костин, О.М. Церковнова // Вестник РАСХН. – 2010. – № 2. – С.37–39.
5. Маринкина Г.А. Влияние удобрений и гербицидов на накопление хлорофилла, продуктивность фотосинтеза и урожай пшеницы / Г.А. Маринкина, Е.И. Маркс // Вестник НГАУ. – 2014. – № 3. – С. 37–41.
6. Мингалев С.К. Влияние минерального питания на показатели фотосинтетической активности хлорофилла кукурузы / А.Ю. Овсянников, Ю.А. Овсянников, И.В. Суринов // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 10 (128). – С. 25–27.
7. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений: Монография / В.С. Николаевский. – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.
8. Новикова Н.Е. Влияние регуляторов роста и поздней некорневой подкормки удобрениями на урожайность и белковую продуктивность // Н.Е. Новикова, А.О. Косиков, С.В. Бобков, А.А. Зеленев // Агрохимия. – 2017. – № 1. – С. 32–40.
9. Прядкина Г.А. Пигменты, эффективность фотосинтеза и продуктивность пшеницы / Г. А. Прядкина // Plant Varieties Studying and Protection. – 2018. – Т. 14. – № 1. – С. 97–108.

THE CONTENT OF CHLOROPHYLL IN THE LEAVES OF SPRING SOFT WHEAT, DEPENDING ON THE ROOT NUTRITION WITH MACRO-FERTILIZERS AND FOLIAR GROWTH STIMULANTS

N. A. Voronkova, V. A. Volkova, N. A. Tsyganova, N. F. Balabanova

Omsk Agrarian Scientific Center, prosp. Koroleva, 26, 644012, Omsk, Russia, e-mail: volkovaVA1989@yandex.ru

The most important component of the photosynthetic apparatus are pigments. The intensity of the photosynthesis process and the productivity of plants depend on their qualitative composition and quantitative ratio. Studies have found that the application of mineral fertilizers increased the content of Cl (a+ b) in the tube exit phase by 114% and in the earing phase by 14%. Foliar top dressing with growth stimulants (Succinic acid and Biostim Grain) in combination with the introduction of mineral fertilizers activated the work of the photosynthetic apparatus of spring soft wheat. The complex application of mineral fertilizers with foliar top dressing with Succinic acid provided the maximum chlorophyll index of wheat crops in the earing phase – 119,8 kg/ha. A close correlation was revealed between the yield of spring soft wheat with the content of chlorophyll a, b in the leaves and their amounts in the tube exit phase ($r=0,95-0,96$) and with the content of chlorophyll a in the earing phase ($r=0,86$).

Key words: chlorophyll, photosynthesis, mineral fertilizers, growth stimulants, foliar feeding, yield, spring wheat.

УДК УДК633.15:632.954

DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.06

**ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА СОДЕРЖАНИЕ И ВЫНОС
МАКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО
В УСЛОВИЯХ ЮГА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ**

**Е.В. Тюкина, к.с.-х.н., А.Ю. Червяков, Д.В. Бочкарев, д.с.-х.н., Н.В. Смолин, д.с.-х.н., Е.О. Солдатов,
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва
Аграрный институт**

430904, Республика Мордовия, г. Саранск, р/н Ялга, ул. Российская 37.

т. 89603360152; E-mail: tyukinakatya@yandex.ru, т. 8960-337-18-51;

E-mail: BochkarevDV@yandex.ru т. 89093252029

Представлены результаты влияния гербицидов Дублон, Дублон Голд, Дублон Супер, Балерина, Торнадо на химический состав зерна кукурузы в условиях юга Нечерноземной зоны. Рассчитаны баланс и вынос основных макроэлементов. Установлено, что применяемые гербициды, за счет снижения конкуренции сорных растений за элементы питания, повышали содержание азота в зерне кукурузы от 17 до 29 %, фосфора от 9 до 23 %. Расчет выноса элементов из почвы показал, что по уровню потребления их можно расположить в следующем ряду $N > K_2O > P_2O_5$.

Ключевые слова: кукуруза, гербицид, Дублон, Дублон Голд, Дублон Супер, Балерина, химический состав зерна, вынос, азот, фосфор, калий.

Для цитирования: Тюкина Е.В., Червяков А.Ю., Бочкарев Д.В., Смолин Н.В., Солдатов Е.О. Влияние гербицидов на содержание и вынос макроэлементов при возделывании кукурузы на зерно в условиях Юга Нечерноземной зоны// Плодородие. – 2022. – №1. – С. 21-24. DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.06.

При внедрении новых элементов технологии возделывания культур, которые значительно изменяют параметры продуктивности растений и повышают потенциал сортов и гибридов, необходимо определить содержание и баланс основных макроэлементов, их динамику под воздействием изучаемых факторов, чтобы правильно установить объем компенсации их выноса.

При повышении продуктивности сельскохозяйственных культур изменяется элементный состав растений и, следовательно, увеличивается вынос питательных веществ за пределы поля, при этом меняется характер круговорота элементов питания [3]. Д.Н. Прянишников, А.В. Петербургский отмечали необходимость изучения прихода и расхода питательных элементов в земледелии и важную роль баланса в агрохимической науке [5]. Вынос макроэлементов растениями неустойчив и обусловлен целым рядом факторов природного и антропогенного характера. Из последних наиболее значимыми являются генетические особенно-

сти культуры, от которых напрямую зависит величина производимого урожая [1, 2].

В условиях лесостепи юга Нечерноземной зоны производство кукурузы на зерно ведется сравнительно недавно и связано с появлением новых скороспелых сортов и гибридов [3, 9]. В этой обширной полосе европейской части России исследования по влиянию гербицидов на урожайность зерна кукурузы не проводили. По результатам экспериментов ряда отечественных авторов [6-8], проведенных в других почвенно-климатических зонах, применение гербицидов из различных химических групп достоверно увеличивало концентрацию общего азота в зерне и зеленой массе кукурузы.

Методика. Опыт по определению эффективности системного применения гербицидов в посевах кукурузы на зерно проводился в 2014-2016 г. Схема включала следующие варианты: 1) Дублон, 1,2 л/га (никосульфурон, 40 г/л), 2) Дублон Голд, 0,07 кг/га (никосульфурон, 600 г/кг + тифенсульфурон метил, 150 г/кг), 3) Дублон Супер, 0,5 кг/га (дикамба, 425 г/кг + никосульфурон,