

ВЛИЯНИЕ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ДИНАМИКУ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА, ФОСФОРА, КАЛИЯ И СЕРЫ В РАСТЕНИЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА БИРЮЗА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Исайчев Виталий Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры "Биология, химия, технология хранения и переработки продукции растениеводства"

Андреев Николай Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры "Биология, химия, технология хранения и переработки продукции растениеводства"

Плечов Дмитрий Валерьевич, аспирант кафедры "Биология, химия, технология хранения и переработки продукции растениеводства"

ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8(8422) 55-95-16

e-mail: andreev919@yandex.ru

Ключевые слова: озимая пшеница, регуляторы роста растений, минеральные удобрения, минеральное питание, динамика содержания макроэлементов.

Изучено влияние различных регуляторов роста на динамику содержания макроэлементов (азот, фосфор, калий, сера) в растениях озимой пшеницы. Исследования показали, что при использовании регуляторов роста и минеральных удобрений происходят положительные изменения в динамике содержания основных элементов питания в органах растений озимой пшеницы. Анализ содержания азота, фосфора, калия и серы в листьях, стеблях и колосьях показывает, что максимальное количество указанных элементов в вегетативных органах наблюдается в начальные фазы роста растений, постепенно снижаясь по мере созревания. Одновременно с этим происходит увеличение количества азота, фосфора, калия и серы в репродуктивных органах данной культуры. Наибольшее увеличение изучаемых показателей наблюдалось в вариантах с использованием препаратов Цецеце и Террафлекс на фоне с NPK+S. Это объясняется стимуляцией регуляторами роста метаболических и физиологических процессов в растениях озимой пшеницы.

Введение

Определение потребности сельскохозяйственных культур в элементах питания в отдельные фазы их роста и развития имеет большое практическое значение при установлении оптимального срока и способа внесения удобрений и ростовых веществ [1]. На накопление элементов минерального питания в растениях влияют: концентрация питательных элементов в почве; их подвижность, в связи с обеспеченностью влагой; степень кислотности, от которой зависит как растворимость отдельных элементов, так и процесс поглощения растительной клеткой катионов и анионов; наличие в почве воздуха и т.д. [2]. Вынос питательных элементов из почвы возрастает с увеличением урожайности. Кроме того, интенсивность протекающих в растениях биохимических и ростовых

процессов, а следовательно, и нуждаемость в элементах питания различны на отдельных этапах онтогенеза [3]. Наряду с избирательностью, для растений характерна неравномерность потребления элементов питания в течение вегетации. Несмотря на существенные различия динамики потребления питательных веществ у разных видов растений, все они имеют общие закономерности питания [4].

Содержание элементов питания в органах растений и их соотношение в отдельные периоды роста и развития являются важным диагностическим показателем уровня обеспеченности этими элементами, который широко используется на практике [5].

Учитывая эту особенность, в последние годы всё большую актуальность приобретают регуляторы роста растений, способ-

ные улучшать (регулировать) режим минерального питания сельскохозяйственных культур [6, 7, 8, 9, 10]. В связи с этим, нами проведены исследования с целью изучения действия различных регуляторов роста растений отдельно и в сочетании с минеральными удобрениями на содержание макроэлементов в растениях озимой пшеницы при её возделывании в условиях Среднего Поволжья РФ.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись: регуляторы роста – Альбит, Цецеце, Энергия, а также комплексные минеральные удобрения азофоска N15P15K15, азофоска N15P15K15S10, Террафлекс N17 P17 K17. Террафлекс – комплексное водорастворимое удобрение, содержащее азот, фосфор, калий, магний и хелаты микроэлементов, применяется в период интенсивного вегетативного роста для быстрого развития надземной части растений. Содержит азот в амидной форме, которая наиболее быстро и эффективно усваивается растениями. Альбит – комплексный препарат, обладающий достоинствами контактного биологического фунгицида и стимулятора, содержит очищенные действующие вещества из почвенных бактерий *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas saureofaciens*. В состав препарата также входят хвойный экстракт (терпеновые кислоты), сбалансированный стартовый набор макро- и микроэлементов. Цецеце – препарат, ингибирующий биосинтез активных изомеров гиббереллинов, способствуя тем самым сокращению длины соломины, лучшему развитию механических тканей и увеличению урожайности. Действующее вещество – хлормекватхлорид. Энергия – регулятор роста и кремнийорганический биостимулятор, специально разработанный для выращивания сельскохозяйственных растений в условиях рискованного земледелия. Основой препарата Энергия являются биоактивный кремний и аналог фитогормонов ауксинового типа – крезацин, относящийся к группе аналогов природных ауксинов, которые участвуют в обмене нуклеиновых кислот, синтезе белков и различных ферментов. В качестве минерального удобре-

ния использовали азофоску, содержащую N15P15K15 с массовой долей серы 10 %, и азофоску N15P15K15 без серы. Опытная культура – озимая пшеница сорта Бирюза.

Исследования проводились в 2011 – 2015 гг. на опытном поле Ульяновской ГСХА. Общая площадь деланки 40 м² (4х10), учетная – 20 м² (2х10), повторность опыта четырехкратная, расположение деланок рендомизированное. Почва опытного поля – чернозем выщелоченный среднесуглинистый со следующими характеристиками: содержание гумуса - 4,3 %, подвижных соединений фосфора и калия (по Чирикову) соответственно 193 и 152 мг/кг почвы, содержание подвижной серы - 4,7 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки - 5,3.

Анализы, учеты и наблюдения в эксперименте проводились в соответствии с общепринятыми методиками и ГОСТами. В растительных образцах определяли содержание азота (ГОСТ 134916.4-93), фосфора (ГОСТ 26657-97), калия (ГОСТ 30504-97), серы (метод ЦИНАО).

Результаты исследований

Азот – один из основных элементов, необходимых для растений. Он входит в состав белков, нуклеиновых кислот, аминокислот, хлорофилла, ферментов, витаминов, липоидов и других органических соединений, образующихся в растениях. При недостатке азота замедляется рост растений, снижается интенсивность кущения и цветения у злаковых культур, сокращается вегетационный период, уменьшается содержание белка в конечной продукции и падает продуктивность. В растениях озимой пшеницы, как и у всех злаковых, закладка и дифференциация репродуктивных органов начинается уже в период разворачивания первых трех - четырех листьев. Недостаток азота в этот период приводит к уменьшению формирования числа колосков в колосе и снижению урожая. Даже последующее достаточное (нормальное) питание азотом не может исправить ущерба, нанесенного растению в этот период [11].

В ходе проведенных исследований было выявлено, что содержание азота в органах озимой пшеницы изменялось в зави-

Таблица 1

Влияние регуляторов роста и минеральных удобрений на динамику содержания азота в органах озимой пшеницы, в % на абсолютно сухое вещество (среднее за 2011-2015гг.)

Вариант	Всходы	Кущение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
		листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
1.Контроль	3,59	3,01	2,78	1,16	2,10	0,70	1,31	1,92	0,94	2,02	2,38
2.Альбит	3,73	3,14	2,95	1,23	2,23	0,76	1,36	1,81	1,02	2,14	2,52
3.Цецеце	3,78	3,20	3,06	1,26	2,29	0,79	1,39	1,79	1,03	2,19	2,61
4.Энергия	3,69	3,10	2,88	1,21	2,16	0,75	1,35	1,80	1,02	2,11	2,47
5.Террафлекс	3,80	3,28	3,11	1,30	2,32	0,82	1,41	1,79	1,03	2,21	2,72
6.Контроль+ NPK	3,65	3,11	2,88	1,25	2,19	0,76	1,36	1,90	0,99	2,15	2,54
7.Альбит+ NPK	3,77	3,22	3,01	1,32	2,31	0,82	1,42	1,81	1,04	2,25	2,75
8.Цецеце+ NPK	3,83	3,28	3,10	1,35	2,35	0,86	1,44	1,83	1,08	2,33	2,79
9.Энергия+ NPK	3,75	3,19	2,96	1,31	2,26	0,82	1,42	1,81	1,02	2,23	2,71
10.Террафлекс+NPK	3,86	3,33	3,15	1,38	2,38	0,89	1,48	1,87	1,11	2,37	2,85
11.Контроль+NPKS	3,73	3,20	2,97	1,31	2,25	0,82	1,42	1,85	1,06	2,22	2,62
12.Альбит+ NPKS	3,82	3,29	3,09	1,36	2,33	0,86	1,47	1,79	1,10	2,32	2,83
13.Цецеце+ NPKS	3,88	3,37	3,18	1,40	2,41	0,93	1,52	1,76	1,13	2,38	2,82
14.Энергия+ NPKS	3,80	3,28	3,06	1,35	2,32	0,85	1,45	1,78	1,08	2,30	2,73
15.Террафлекс+NPKS	3,97	3,43	3,24	1,45	2,47	0,99	1,57	1,75	1,17	2,43	3,01

симости от почвенно-климатических условий, применения регуляторов роста и развития растений и минеральных удобрений. Максимальное содержание азота в листьях озимой пшеницы наблюдалось в фазу всходов и кущения и составляло от 2,88 до 3,73 %, в зависимости от варианта опыта и фазы роста и развития растений. Высокое усвоение этого элемента в данный период обусловлено тем, что растениям необходимо большое количество белка для построения тканей. В последующие фазы роста наблюдается снижение азотистых соединений в листьях опытной культуры, достигая минимума в фазу молочной спелости зерна.

Наибольшее накопление азота в листьях опытной культуры во все фазы развития во все годы исследований наблюдалось на вариантах Террафлекс и Цецеце, причем как на естественном, так и на удобренном фоне. В среднем за годы исследований увеличение от используемых факторов составило от 0,12 до 0,24 % - на фоне без удобрений, от 0,06 до 0,29 % - на фоне с NPK, в зависимости от варианта опыта. Максимальному накоплению данного элемента в листьях озимой пшеницы в течение онтогенеза спо-

собствовало внесение серосодержащих минеральных удобрений. Так, при применении препаратов Террафлекс и Цецеце совместно с серосодержащими минеральными удобрениями было достигнуто максимальное накопление данного элемента, что составило 3,97 – 3,88 %, соответственно.

Динамика содержания азота в стеблях опытной культуры аналогична листьям, также наблюдается постепенное снижение данного показателя с наступлением последующих фенофаз. Максимальная прибавка отмечается в вариантах Цецеце и Террафлекс на всех фонах и составляет от 0,1 до 0,29 %. Минимальное содержание азота, как в листьях, так и в стеблях отмечено в фазу молочной спелости озимой пшеницы.

Содержание азота в конечной продукции опытной культуры также увеличивалось под влиянием регуляторов роста и минеральных удобрений. Наибольшую прибавку обеспечивало использование препаратов Цецеце и Террафлекс, 2,61- 2,72 % - на фоне естественного плодородия, 2,79 – 2,85 % – на фоне NPK, 2,82 – 3,01 % - на фоне NPK+S, соответственно.

Установлена положительная корреляционная связь между урожайностью озимой

Таблица 2

Влияние регуляторов роста и минеральных удобрений на динамику содержания фосфора в органах озимой пшеницы, в % на абсолютно сухое вещество (среднее за 2011-2015гг.)

Вариант	Всходы	Кущение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
		листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
1.Контроль	0,79	0,65	0,42	0,29	0,32	0,23	0,38	0,25	0,21	0,38	0,39
2.Альбит	0,92	0,77	0,49	0,38	0,39	0,29	0,42	0,32	0,25	0,42	0,44
3.Цецеце	0,98	0,82	0,56	0,44	0,43	0,35	0,49	0,36	0,29	0,46	0,49
4.Энергия	0,88	0,74	0,47	0,35	0,37	0,27	0,4	0,30	0,23	0,40	0,42
5.Террафлекс	1,07	0,91	0,63	0,51	0,53	0,41	0,58	0,42	0,34	0,51	0,55
6.Контроль+ NPK	0,86	0,71	0,46	0,35	0,38	0,28	0,43	0,30	0,26	0,43	0,45
7.Альбит+NPK	0,96	0,81	0,53	0,42	0,43	0,33	0,49	0,35	0,29	0,49	0,51
8.Цецеце+NPK	1,04	0,89	0,60	0,50	0,48	0,40	0,56	0,41	0,35	0,55	0,57
9.Энергия+NPK	0,93	0,79	0,50	0,39	0,41	0,31	0,46	0,33	0,28	0,46	0,49
10.Террафлекс + NPK	1,14	0,95	0,72	0,60	0,58	0,50	0,64	0,49	0,45	0,62	0,66
11.Контроль + NPKS	0,91	0,78	0,52	0,41	0,43	0,34	0,48	0,35	0,31	0,48	0,51
12.Альбит+ NPKS	1,05	0,90	0,61	0,48	0,49	0,39	0,54	0,40	0,36	0,55	0,56
13.Цецеце+ NPKS	1,13	1,01	0,7	0,57	0,56	0,47	0,63	0,47	0,44	0,60	0,64
14.Энергия+ NPKS	1,00	0,86	0,57	0,45	0,46	0,37	0,51	0,38	0,34	0,51	0,52
15.Террафлекс + NPKS	1,27	1,10	0,82	0,68	0,66	0,57	0,71	0,56	0,52	0,70	0,71

пшеницы и содержанием азота: в листьях – в фазу кущения ($R=0,886$); в стеблях – в фазу молочной спелости ($R=0,818$); в колосьях – в фазу колошения ($R=0,893$).

Фосфор участвует в обмене веществ, делении клеток, размножении, передаче наследственных свойств и других сложных процессах, происходящих в растениях озимой пшеницы, ключевым из которых является фотосинтез. Особенно необходим фосфор в самом начале роста и развития растений, так как он способствует развитию корневой системы, повышает интенсивность кущения зерновых культур [11, 12]. Установлено, что, увеличивая содержание растворимых углеводов в клеточном соке, фосфор усиливает зимостойкость озимых культур.

В ходе исследования установлено, что используемые препараты и минеральные удобрения положительно влияют на ди-

намику содержания фосфора в растениях озимой пшеницы (табл. 2). Анализ данных накопления изучаемого элемента по фазам роста и в отдельных органах показал аналогичность с динамикой азота в растениях опытной культуры. Максимальное содержание фосфора в листьях и стеблях наблюдается в фазу всходов и кущения, что составляет 0,79-1,27 % и 0,65-1,1 %, соответственно. В процессе роста и развития растений озимой пшеницы наблюдается снижение количества фосфора в листостебельной биомассе, с одновременным увеличением его содержания в репродуктивных органах. Наибольший эффект по данному показателю отмечен в варианте Террафлекс, как на фоне с NPK, так и на фоне естественного почвенного плодородия. Внесение серосодержащих минеральных удобрений способствовало максимальному накоплению данного элемента во все фазы роста растений опытной культуры.

Таблица 3

Влияние регуляторов роста и минеральных удобрений на динамику содержания калия в органах озимой пшеницы, в % на абсолютно сухое вещество (среднее за 2011-2015гг.)

Вариант	Всходы	Кущение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
	листья	листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
1.Контроль	2,72	2,66	2,35	1,59	2,13	1,45	0,99	1,40	0,89	0,43	0,45
2.Альбит	2,85	2,74	2,41	1,63	2,19	1,49	1,06	1,45	0,92	0,47	0,50
3.Цецеце	2,90	2,79	2,45	1,69	2,24	1,54	1,09	1,49	0,96	0,50	0,53
4.Энергия	2,80	2,72	2,39	1,61	2,18	1,51	1,04	1,43	0,91	0,45	0,48
5.Террафлекс	2,97	2,82	2,48	1,72	2,27	1,59	1,11	1,51	0,98	0,52	0,57
6.Контроль+ NPK	2,86	2,73	2,42	1,64	2,19	1,53	1,06	1,45	0,92	0,48	0,50
7.Альбит + NPK	2,94	2,78	2,47	1,68	2,24	1,58	1,12	1,50	0,96	0,53	0,58
8.Цецеце + NPK	3,01	2,85	2,52	1,75	2,29	1,63	1,16	1,54	0,99	0,57	0,61
9.Энергия+ NPK	2,92	2,76	2,45	1,66	2,22	1,56	1,09	1,48	0,94	0,51	0,55
10.Террафлекс + NPK	3,05	2,89	2,56	1,78	2,33	1,66	1,19	1,61	1,02	0,60	0,63
11.Контроль + NPKS	2,92	2,79	2,46	1,68	2,23	1,57	1,11	1,50	0,97	0,55	0,59
12.Альбит+ NPKS	2,98	2,84	2,52	1,72	2,30	1,62	1,18	1,55	1,00	0,60	0,65
13.Цецеце+ NPKS	3,05	2,92	2,58	1,79	2,36	1,68	1,24	1,60	1,04	0,63	0,68
14.Энергия+ NPKS	2,96	2,82	2,48	1,71	2,28	1,60	1,16	1,53	1,00	0,58	0,63
15.Террафлекс +NPKS	3,12	2,97	2,61	1,81	2,38	1,70	1,28	1,63	1,06	0,66	0,71

В среднем за годы исследований прибавка составляет от 0,12 до 0,30 %, в зависимости от варианта и фазы роста и развития. Минимальное содержание фосфора в вегетативной биомассе отмечается в фазу молочной спелости и составляет 0,21- 0,56 %, в зависимости от варианта.

Калий не входит в состав органических соединений растений. Однако он играет важнейшую физиологическую роль в углеводном и белковом обмене растений, активизирует использование азота, влияет на физическое состояние коллоидов клетки, повышает водоудерживающую способность протоплазмы, устойчивость растений к увяданию и преждевременному обезвоживанию и тем самым увеличивает сопротивляемость растений к кратковременным засухам. Калий влияет на образование клеточ-

ных оболочек, повышает прочность стеблей злаковых и их устойчивость к полеганию. Недостаток калия отрицательно сказывается на количестве урожая и его качестве [11].

Полученные результаты показывают, что содержание калия в листьях и стеблях озимой пшеницы было максимальным в фазы всходов, кущения и выхода в трубку, что подтверждает наибольшую потребность растений в калии в период их интенсивного роста. Используемые в опыте регуляторы роста и минеральные удобрения увеличивают содержание калия в органах озимой пшеницы на 0,12 – 0,25 %, по сравнению с контролем. Наибольшее увеличение наблюдалось в вариантах Цецеце и Террафлекс на фоне с NPKS (табл.3). Для калия характерно многократное использование (реутилизация), и он легко передвигается из старых

Таблица 4

Влияние регуляторов роста и минеральных удобрений на динамику содержания серы в органах озимой пшеницы, в % на абсолютно сухое вещество (среднее за 2011-2015гг.)

Вариант	Всходы	Кущение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
	листья	листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
1.Контроль	0,203	0,182	0,175	0,125	0,171	0,110	0,084	0,098	0,060	0,127	0,145
2.Альбит	0,205	0,186	0,178	0,126	0,176	0,111	0,085	0,102	0,064	0,134	0,159
3.Цецеце	0,207	0,187	0,182	0,128	0,178	0,112	0,087	0,106	0,065	0,137	0,163
4.Энергия	0,204	0,185	0,177	0,126	0,174	0,110	0,085	0,101	0,064	0,132	0,154
5.Террафлекс	0,207	0,188	0,183	0,129	0,178	0,113	0,088	0,108	0,064	0,138	0,170
6.Контроль +NPK	0,205	0,184	0,178	0,128	0,175	0,111	0,086	0,101	0,062	0,136	0,161
7.Альбит +NPK	0,207	0,188	0,181	0,130	0,178	0,113	0,089	0,105	0,064	0,140	0,172
8.Цецеце +NPK	0,209	0,190	0,184	0,131	0,179	0,114	0,090	0,110	0,067	0,146	0,174
9.Энергия +NPK	0,206	0,188	0,179	0,129	0,176	0,113	0,089	0,104	0,063	0,140	0,169
10.Террафлекс +NPK	0,209	0,191	0,185	0,132	0,180	0,115	0,093	0,112	0,068	0,148	0,178
11. Контроль + NPK	0,211	0,186	0,180	0,130	0,177	0,113	0,089	0,105	0,065	0,140	0,166
12.Альбит +NPKS	0,214	0,190	0,184	0,131	0,179	0,114	0,092	0,109	0,068	0,145	0,177
13.Цецеце +NPKS	0,216	0,192	0,187	0,133	0,182	0,116	0,095	0,114	0,071	0,149	0,181
14.Энергия + NPKS	0,213	0,190	0,183	0,131	0,178	0,114	0,091	0,108	0,067	0,144	0,171
15.Террафлекс + NPKS	0,219	0,193	0,19	0,133	0,183	0,117	0,098	0,116	0,073	0,151	0,187

тканей растений, где был уже использован, в молодые. Этим, по-видимому, объясняется незначительное изменение в динамике содержания калия в органах растений озимой пшеницы под действием регуляторов роста.

Сера – важный макроэлемент, необходимый растительным организмам, и она широко распространена в растительном мире. Поступив в растение в виде солей серной кислоты, она частично восстанавливается до S или SH. В таком виде сера может накапливаться в запасных органах, в виде белков или масел. При прорастании семян сера снова окисляется и в таком виде используется в синтезе новых веществ [13].

Более высоким содержанием серы отличаются листья и семена растений, значительно меньше ее в корнях и стеблях. Расте-

ния с большим содержанием белка обычно содержат больше и серы. В растениях сера находится в минеральной и органической формах. Минеральная часть представлена CaSO_4 и солями серной кислоты, а органическая сера входит в состав серосодержащих аминокислот: метионина, цистина, цистеина, ферредоксина, глутатиона, кофермента А и линолевой кислоты. Недостаток серы вызывает нарушения в синтезе белка. И не только количество белка находится в прямой взаимосвязи с обеспеченностью серой, также она влияет на качество белка. Растения способны поглощать достаточно большие количества серы: содержание серы в пересчете на элемент колеблется от 0,1 до 1 % сухого вещества растений. Вынос серы урожаями колеблется от 30 до 60 кг S/га, а для отдельных культур может достигать 100 кг/га.

В ходе исследований установлено, что содержание серы в растениях озимой пшеницы увеличивалось под влиянием используемых регуляторов роста и минеральных удобрений, в том числе и серосодержащих. Максимальное накопление данного элемента в листьях опытной культуры отмечено в фазу всходов и составляло 0,20 – 0,22 %, в зависимости от варианта и фазы роста и развития растений. В последующие фазы наблюдается снижение серосодержащих соединений в листьях опытной культуры, достигая минимума в фазу молочной спелости. Данная тенденция объясняется их интенсивным оттоком в репродуктивные органы, что очень важно для формирования высококачественной конечной продукции озимой пшеницы. Наибольшее содержание серы в листьях опытной культуры во все фазы развития за годы исследований наблюдалось в вариантах Террафлекс и Цеце, причем как на естественном, так и на удобренном фоне. В среднем за годы исследований увеличение от используемых факторов составило от 0,01 до 0,04 % - на фоне без удобрений, от 0,02 до 0,05 % - на фоне с NPK, от 0,06 до 0,09% - на фоне с NPK+S, по сравнению с контролем. Динамика содержания серы в стеблях озимой пшеницы аналогична листьям, то есть наблюдается постепенное снижение этого показателя с наступлением последующих фенофаз (табл.4). Минимальное содержание данного элемента как в стеблях, так и в листьях наблюдается в фазу молочной спелости опытной культуры. Под действием регуляторов роста и минеральных удобрений увеличивается содержание серы в репродуктивных органах. Максимальная прибавка отмечается в вариантах Террафлекс и Цеце на всех фонах опыта, что составляет от 0,04 до 0,09 %.

Установлена положительная корреляционная связь между содержанием серы в листьях озимой пшеницы с содержанием азота, фосфора - в фазу всходов ($R=0,782$, $R=0,884$), и калия ($R=0,782$) - в фазу кущения.

Выводы

Таким образом, сбалансированное минеральное питание – ключевой фактор формирования высоких урожаев сельско-

хозяйственных культур. Применяемые нами регуляторы роста и комплексные минеральные удобрения оказывают существенное положительное влияние на обеспечение потребности растений опытной культуры элементами минерального питания. Это объясняется стимуляцией всех обменных процессов в растениях на всех этапах их роста и развития.

Библиографический список

1. Кидин, В.В. Система удобрения / В.В. Кидин.- М.: РГАУ МСХА, 2012.- 534 с.
2. Рациональное применение удобрений / И.Р. Вильдфлуш, А.Р. Цыганов, В.В. Лапа, Т.Ф. Персикова.- Горки: Белорусская ГСХА, 2002.- 324с.
3. Сержанов, И.М. Вынос элементов питания урожаем яровой пшеницы в зависимости от фона питания и норм высева / И.М.Сержанов, Ф.М. Шайхутдинов // Вестник Казанского ГАУ.- 2011. - №1(19) .- С.150-152.
4. Ивановский, Д.И. Физиология растений / Д.И. Ивановский. - М.: Либроком, 2012. - 554с.
5. Фёдоров, А.А. Оценка содержания в почве элементов минерального питания доступных растениям / А.А. Фёдоров // Агрохимия. - 2002.-№3.- С.15-22.
6. Исайчев, В.А. Влияние предпосевной обработки ростовыми веществами на содержание азота, фосфора и калия в растениях гороха / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев // Вестник РАСХН. - 2003.- №1.- С.54-56.
7. Исайчев, В.А. Зависимость динамики макроэлементов в растениях яровой пшеницы от предпосевной обработки семян регуляторами роста / В.А. Исайчев, Н.Н.Андреев, А.В. Каспировский // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.- 2013.- №1(21).- С.14-19.
8. Исайчев, В.А. Потребление и вынос элементов минерального питания из почвы растениями яровой пшеницы под действием регуляторов роста / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Микроэлементы и регуляторы роста в питании растений: теоретические и практические аспекты. Материалы Международной научно-практической конференции. - Ульяновск, 2014. -

С.47-50.

9. Исайчев, В.А. Влияние макроэлементов и регуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой пшеницы Казанская 560 в условиях Среднего Поволжья / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, В.Г. Половинкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2015.- №4(32).- С.13-18.

10. Применение различных регуляторов роста и минеральных удобрений в технологии возделывания озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, Д.В. Плечов, В.Г. Половинкин // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России. Материалы Всероссийской научно-методической конференции с между-

народным участием. – Иваново, 2015. - С.98-102.

11. Смирнов, П.М. Агрохимия / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. - М.: Агропромиздат, 1991. - 288с.

12. Алимкулов, С.О. Биологическая роль фосфора в жизни растений / С. О. Алимкулов, Д. К. Мурадова // Молодой ученый. - 2015. - №10. - С.44-47.

13. Нортон, Р. Значение серы в питании растений / Р. Нортон, Р. Миккелсен, Т. Дженсен // Питание растений. - 2014. - №3. – С. 3-5.