СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

06.01.00 Агрономия

УДК 633.11«321»+631.8

DOI: 10.36461/NP.2019.52.3.001

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ АГРОЦЕНОЗА, ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Л. В. Карпова, доктор с.-х. наук, профессор; А. В. Строгонова, аспирант

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет»,
т. (8412)628373; e-mail: ctrogonova2014@mail.ru

Наличие микроэлементов в почвах нашей страны находится в большом дефиците, что не позволяет оправдать биологический потенциал продуктивных показателей основных сельскохозяйственных культур.

Цель исследований – научное обоснование выбора наиболее эффективного способа применения комплексных жидких удобрений с микроэлементами в хелатной форме для формирования плотности агроценоза, посевных качеств и биохимического состава семян яровой пшеницы.

Установлено, что в среднем за два года исследований полевая всхожесть яровой пшеницы на фоне естественного плодородия находилась в пределах 73,8-78,4 %, а на фоне внесения азофоски она составила 73,6-79,3 %. Наибольшее количество сохранившихся растений к уборке отмечено как на фоне без внесения удобрений, так и на фоне минерального питания в вариантах с обработкой семян «Мегамикс-семена» и «Мегамикс-Профи» в фазы кушения и колошения – 386 и 388 растений на 1 м².

Микроэлементные удобрения оказали влияние на массу 1000 семян, энергию прорастания, лабораторную всхожесть и силу роста. При выращивании данной культуры на фоне внесения N₁₆P₁₆K₁₆ масса 1000 семян увеличилась на 10,1 % по вариантам опыта, энергия прорастания – 9,4 %, лабораторная всхожесть на 6,9 %, масса 100 ростков – на 17 %, а длина ростка – 18,9 %.

Биохимический состав зерна показывает запас питательных элементов: белка, азота, фосфора и калия, наибольшее количество которых накопилось в зерне яровой пшеницы, выращенной при обработке семян и посевах удобрениями «Мегамикс-семена» и «Мегамикс-Профи».

Ключевые слова: сорт, яровая пшеница, минеральное удобрение, макроэлементы, микроэлементы, плотность агроценоза, биохимический состав.

Введение

Хелатные формы микроудобрений широко используются при оптимизации минерального питания. Увеличение продуктивности яровой пшеницы под влиянием некорневой обработки хелатными микроудобрениями обусловлено активизацией фотосинтетической деятельности и защитных антиоксидантных ферментов, а также

стабилизацией мембранного аппарата клеток и снижения окисления фотоассимилянтов в процессе дыхания [3, 9].

Действия хелатных соединений на растения связаны с их малой токсичностью, пролонгированностью, меньшим адсорбированием их почвой, по сравнению с неорганическими солями, в результате чего они длительное время способны поглощаться

растениями. При некорневом применении хелатных микроудобрений, их молекулы целиком попадают в лист и не накапливаются с сопутствующими его ионами на поверхности [2].

Входящие в состав препаратов «Мегамикс-семена» и «Мегамикс-Профи» макро- и микроэлементы в доступной форме, играют значительную роль в процессах жизнедеятельности растений яровой пшеницы [8].

Исследовано, что макро- и микроудобрения за счёт фоллиарного поглощения листьями вырабатывают иммунитет к засушливым и жарким периодам для растений. Успех от применения удобрений «Мегамикс» и их влияние на продуктивность растений зависит от наличия доступной влаги в почве и оптимальной температуры воздуха [1, 14].

Исследователи отмечают высокую эффективность способов предпосевной подготовки семян, направленных на ускорение их прорастания и повышение полевой всхожести. Подготовка семян перед посевом является легким способом улучшения качества посевного материала и прибавки урожая яровой пшеницы [4, 7].

Поглощение минеральных веществ листьями доказывает эффективность применения удобрений в хелатной форме [10, 13].

Методы и материалы

Исследования проводили в 2018-2019 гг. на опытном участке ФГОУ ВО «Пензенский ГАУ». Материалом исследований являлся сорт яровой мягкой пшеницы «Тулайковская Надежда», выведенный ФГБНУ Самарским НИИСХ им. Н. М. Тулайкова. При выполнении поставленных задач был заложен двухфакторный опыт для изучения влияния жидких минеральных удобрений с микроэлементами в хелатной форме на формирование плотности агроценоза, посевные качества и биохимический состав семян яровой пшеницы. «Мегамикс-семена» содержит пять макроэлементов и десять микроэлементов. Благодаря большой дозировке удобрение обеспечивает наилучшую реализацию потенциала проростка растения, оказывает полноценное питание всходов в начальные фазы развития, способствует формированию более мощной корневой системы и ускоряет начальные фазы развития яровой пшеницы. «Мега-

Таблица 1

Формирование плотности агроценоза яровой мягкой пшеницы в зависимости от применения удобрений, (ср. 2018-2019гг.)

Вариант	Количество на 1 м ² , шт.		Полевая всхо- жесть, %	Сохранившихся к уборке расте- ний		Выживаемость, %
	высеянных всхожих семян	взошед- ших растений		на 1 м ² , шт.	%	
Фон 0 – без удобрений						
1. Без обработки – контроль	550	406	73,8	339	83,5	61,6
2. Мегамикс-семена: обработка семян	550	425	77,3	376	88,5	68,4
3. Мегамикс-Профи: некорневая под- кормка в фазу кущения	550	404	73,5	361	89,4	65,6
4. Мегамикс-семена: обработка семян + Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазу кущения	550	428	77,8	382	89,3	69,5
5. Мегамикс-семена + Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазы кущения и колошения	550	431	78,4	386	89,6	70,2
Фон 1 – N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆						
1. Без обработки – контроль	550	405	73,6	348	85,9	63,3
2. Мегамикс-семена: обработка семян	550	430	78,2	380	88,4	69,1
3. Мегамикс-Профи: некорневая под- кормка в фазу кущения	550	406	73,8	356	87,7	64,7
4. Мегамикс-семена: обработка семян + Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазу кущения	550	435	79,1	386	88,7	70,2
5. Мегамикс-семена + Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазы кущения и колошения	550	436	79,3	388	89,0	70,5

микс-Профи» также имеет высокую концентрацию микроэлементов, что позволяет устранить их недостаток в основные фазы роста, развития растений и формирования урожая [11].

Опыт был заложен со следующими факторами и грациями:

Фактор А – фон без удобрений;

Фактор В – фон – $N_{16}P_{16}K_{16}$ (1 ц/га): внесение в предпосевную культивацию;

Варианты:

1. Без удобрений (контроль);

2. «Мегамикс-семена» – обработка семян (2 л/т);

3. «Мегамикс-ПРОФИ» – некорневая подкормка в фазу кушения растений (1 л/га);

4. «Мегамикс-семена» – обработка семян + «Мегамикс-ПРОФИ» – некорневая подкормка в фазу кушения;

5. «Мегамикс-семена» – обработка семян + «Мегамикс-ПРОФИ» некорневая подкормка в фазу кушения и «Мегамикс-ПРОФИ» в фазу колошения: флаговый лист.

Посевная площадь делянки $1,5 \text{ м}^2$, учётная – 1 м^2 . Повторность в опыте четырехкратная. Размещение вариантов систематическое. Норма высева семян пшеницы – 5,5 млн. всхожих зерен на гектар. Предшественник – пропашные культуры [5].

Содержание массовой доли белка, азо-

та, фосфора и калия в семенах яровой пшеницы определяли в испытательной лаборатории по агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственного производства ФГБУ ГЦАС «Пензенский».

Результаты. Семена яровой пшеницы характеризуются достаточно низкой полевой всхожестью. Предпосевная обработка семян и растений в онтогенезе микроэлементов определяет состояние начального развития растений и возможность формирования элементов продуктивности во время их вегетации. Густота продуктивного стеблестоя в значительной степени определяется показателями полевой всхожести и сохранности растений к моменту полного созревания зерна [12].

В результате проведенных исследований было установлено, что при предпосевной обработке семян препаратом «Мегамикс-семена» на фонах естественного и минерального питания происходит активация ростовых процессов растений яровой пшеницы, что выражается в показателях полевой всхожести, сохранившихся к уборке растений и их выживаемости (табл. 1).

В среднем за два года исследований число взошедших растений яровой пшеницы на фоне без внесения удобрений находилось в пределах 404-431 шт. на 1 м^2 , а при

Таблица 2

Посевные качества семян яровой пшеницы в зависимости от применения удобрений (ср. 2018-2019гг.)

Вариант	Масса 1000 семян, г	Энергия прорас- тания, %	Лабора- торная всхо- жесть, %	Сила роста	
				Масса 100 рост- ков, г	Длина ростка, см
Фон 0 (без удобрений)					
1. Без обработки – контроль	37,98	76,35	89,2	7,0	14,1
2. Мегамикс-семена: обработка семян	39,83	78,55	92,3	7,6	15,4
3. Мегамикс-Профи: некорневая подкорм- ка в фазу кушения	39,14	77,25	91,0	7,2	14,6
4. Мегамикс-семена: обработка семян + Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазу кушения	40,36	79,75	95,8	8,1	16,0
5. Мегамикс-семена + Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазы кушения и колошения	41,33	82,65	98,4	8,5	17,4
Фон 1 – N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆					
1. Без обработки – контроль	38,56	78,05	91,7	7,8	15,4
2. Мегамикс-семена: обработка семян	40,90	80,60	93,8	8,3	16,8
3. Мегамикс-Профи: некорневая подкорм- ка в фазу кушения	39,92	80,10	92,8	8,2	16,0
4. Мегамикс-семена: обработка семян + Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазу кушения	41,48	84,50	98,1	8,8	17,6
5. Мегамикс-семена + Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазы кушения и колошения	42,87	86,15	98,6	9,4	19,0

выращивании растений на фоне $N_{16}P_{16}K_{16}$ всходы составили 405-436 шт. на 1 м^2 .

Полевая всхожесть на фоне естественного плодородия варьировала от 73,8 до 78,4 %, на фоне минерального питания она составила 73,6-79,3 %. Наибольшее количество сохранившихся растений яровой пшеницы к уборке отмечено на вариантах с обработкой семян «Мегамикс-семена» и «Мегамикс-Профи» в фазы кущения и колошения. На неудобренном фоне сохранилось 386 растений на 1 м^2 и на фоне внесения азофоски – 388 шт. на 1 м^2 , что больше по сравнению с контролем на 40 и 47 растений на 1 м^2 .

Отношение количества сохранившихся к уборке растений к числу высеванных всхожих семян характеризует их выживаемость. Данный показатель указывает на способность семян формировать в конкретных условиях полноценные растения, участвующие в создании урожая [6].

Большая роль в получении высоких урожаев принадлежит качеству семенного материала. Носителями биологических и хозяйственных свойств будущего урожая являются семена, посевные качества которых характеризуются следующими показате-

телями: масса 1000 семян, энергия прорастания, лабораторная всхожесть и сила их роста (табл. 2).

Исследования в среднем за два года показали, что масса 1000 семян яровой пшеницы на фоне без внесения удобрений находилась в пределах 37,98-41,33 г. Энергия их прорастания составила по вариантам опыта 76,35-82,65 % и наибольшей была на варианте при обработке семян препаратом «Мегамикс-семена» и «Мегамикс-Профи» в фазы «кущение» и «колошение». Превышение над контролем составило 6,3 %.

Наиболее точным показателем способности семян давать дружные всходы является сила роста, характеризующаяся длиной ростков и их массой. На фоне естественного плодородия масса 100 ростков яровой пшеницы при обработке семян препаратом «Мегамикс-семена» способствовала увеличению показателей силы их роста: масса 100 ростков составила 7,6 г, что выше контроля на 0,6 г, длина ростка превысила контрольные растения на 1,3 см. Дополнительная обработка растений препаратом «Мегамикс-Профи» в фазы «кущения» и «колошения» увеличила мас-

Таблица 3

Биохимический состав зерна яровой мягкой пшеницы при обработке семян и растений удобрениями, 2018 г.

Вариант	Белок		N		P		K	
	%	мг на 1 зерно	%	мг на 1 зерно	%	мг на 1 зерно	%	мг на 1 зерно
Фон 0 (без удобрений)								
1. Без обработки – контроль	14,08	4,88	2,47	0,86	0,69	0,24	0,55	0,19
2. Мегамикс-семена: обработка семян	14,08	5,00	2,47	0,88	0,73	0,26	0,63	0,22
3. Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазу кущения	13,74	4,86	2,41	0,85	0,73	0,26	0,59	0,21
4. Мегамикс-семена: обработка семян + Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазу кущения	14,65	5,26	2,57	0,92	0,78	0,28	0,63	0,23
5. Мегамикс-семена + Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазы кущения и колошения	15,90	5,89	2,79	1,03	0,73	0,27	0,58	0,22
Фон 1 – $N_{16}P_{16}K_{16}$								
1. Без обработки – контроль	15,96	5,54	2,80	0,97	0,70	0,24	0,63	0,22
2. Мегамикс-семена: обработка семян	14,65	5,23	2,57	0,92	0,70	0,25	0,59	0,21
3. Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазу кущения	14,19	5,06	2,49	0,89	0,73	0,26	0,63	0,22
4. Мегамикс-семена: обработка семян + Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазу кущения	15,56	5,64	2,73	0,99	0,73	0,26	0,59	0,21
5. Мегамикс-семена + Мегамикс-Профи: некорневая подкормка в фазы кущения и колошения	15,50	5,88	2,72	1,03	0,77	0,29	0,66	0,25

су 100 ростков на 1,1 и 1,5 г и их длину на 1,9 и 3,3 см [15].

Выращивание яровой пшеницы на фоне внесения азофоски ($N_{16}P_{16}K_{16}$) способствовало улучшению посевных качеств семян: масса 1000 семян возрастала на 10,1 % по вариантам опыта, энергия прорастания – на 9,4 %, лабораторная всхожесть на 6,9 %, масса 100 ростков увеличилась на 17 %, а длина ростка – 18,9 %.

При культивировании яровой пшеницы на фоне внесения азофоски, наибольший эффект по всем показателям был при обработке препаратами «Мегамикс» в последних вариантах, где опрыскивание проводилось по трем фазам: предпосевная подготовка семян, некорневые подкормки в фазы «кущения» и «колошения».

Оценка урожая семян яровой пшеницы требует не только анализа его величины и структуры, но и определения биохимического состава семян, определяющего их посевные качества. Определенными показателями зерна пшеницы является массовая доля белка, азота, фосфора и калия, которые имеют зависимость от применения удобрений.

Биохимический состав зерна яровой пшеницы, выращенной на разных фонах питания представлен в таблице 3.

Наибольшее количество азота в зерне яровой пшеницы отмечалось на варианте при обработке семян «Мегамикс-семена» с последующим опрыскиванием растений в фазы «кущения» и «колошения» препаратом «Мегамикс-Профи» на двух фонах. В перерасчете массовой доли белка в миллиграммах на одно зерно данный показатель составил 1,03.

Высокий показатель массовой доли фосфора в перерасчете на одно зерно на фоне естественного плодородия составил 0,27 мг на одно зерно, наименьший – на контроле – 0,24 мг на одно зерно. На фоне минерального питания массовая доля фосфора по вариантам составила 0,24–0,29 мг на одно зерно. Фон азофоски по сравнению с фоном без удобрений увеличил содержание фосфора в зерне на 0,02 мг в последних вариантах.

Калий на фонах естественного плодородия и минерального удобрения находился в пределах 0,19–0,25 мг на одно зерно.

Массовая доля белка на неудобренном фоне по сравнению с контролем повысилась на 1,01 мг на одно зерно, а на фоне азофоски стало меньше на 0,46 мг на одно зерно. Снижение показателей в определенных вариантах связано с засушливыми месяцами в 2018 году: гидротермический коэффициент в июне составил 0,32, в августе – 0,26. Большой недостаток влаги в почве преобразует удобрения в кислоту, что препятствовало полному развитию растений яровой пшеницы на начальных этапах онтогенеза.

Заключение

Наиболее эффективным способом применения комплексных жидких удобрений с микроэлементами в хелатной форме для формирования плотности агроценоза, посевных качеств и биохимического состава семян яровой пшеницы является обработка препаратами «Мегамикс-семена» и некорневые обработки «Мегамикс-Профи» в фазы кущения и колошения при выращивании на фоне $N_{16}P_{16}K_{16}$.

Литература

1. Афанасьев, Р. А. Эффективность некорневых подкормок озимой пшеницы в условиях ЦЧЗ / Р. А. Афанасьев, А. С. Самоукиенко, А. А. Галицкий // Плодородие. – 2010. – № 4 (55). – С. 13–15.
2. Бинева, Р. Г. Хелаты микробиогенных металлов в системе почва – растения – животные: учебник / Р. Г. Бинева, Х. Ш. Казаков. – Казань, 1983. – 80 с.
3. Гайсин, И. А. Полифункциональные хелатные микроудобрения: монография / И. А. Гайсин, Ф. А. Хисамеева. – Казань: Меддок, 2007. – 230 с.
4. Гриценко, В. В. Семеноведение полевых культур / В. В. Гриценко, З. М. Калюшина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Колос, 1984. – 272 с. (187–188 исп.)
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва, 1985. – 351 с.
6. Микроэлементы в обмене веществ и продуктивность растений / Т. М. Евстигнеева, Ю. Л. Жеребик и [др.] – Научная думка, 1984. – С. 88–89.
7. Ефимова, С. Г. Предпосевная подготовка семян / С. Г. Ефимова. – Москва, 2007. – С. 24–35.
8. Жангельдина, Р. К., Влияние различных доз микроудобрений на продуктивность яровой пшеницы в условиях Акмолинской области в зависимости от сроков применения / Р. К. Жангельдина // Молодой учёный. – 2015. – № 9. – С. 770 – 774.
9. Надежкина, Е. В. Содержание макроэлементов в зерне яровой пшеницы в зависимости от различных систем удобрения / Е. В. Надежкина, С. Ю. Шаркова // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 8. – С. 24–25.
10. Ряховский, А. В. Содержание белка в зерне яровой и озимой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания / А. В. Ряховский // Агрохимия. – 1995. – № 1. – С. 11–19.
11. Влияние удобрений на урожай и качество яровой пшеницы / В. М. Распутин, А. И. Брушков, З. А. Красникова и [др.] // Зерновое хозяйство. – 1986. – № 12. – С. 24–25.

12. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н. Н. Третьяков, Е. И. Кошкин, Н. М. Макрушин и [др.]; под ред. Н. Н. Третьякова. – 2-е изд. – Москва: КолосС, 2005. – 656 с.
13. Fageria, N. K. The USE of NUTRIENTS in CROP PLANTS / N. K. Fageria // Includes bibliographical references and index. – 2009. – 430 p.
14. Welch, R. M. Micronutrient nutrition of plant / R. M. Welch // Critical Rev. Plant Sci. – 1995. – № 14 – P. 49-82.
15. Wright, A. T. Effect of seed and fertilizer rate on yield of spring wheat grown on fallow and stubble / A. T. Wright, L. H. Gutek, W. F. Nuttall // Canad J. Plant Sci. – 1987. – V. 67. – № 3. – P. 813-816.

UDC 633.11«321»+631.8

DOI: 10.36461/NP.2019.52.3.001

EFFECT OF FERTILIZERS ON FORMATION OF AGROCENOSIS DENSITY, SEEDING QUALITIES AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF SPRING WHEAT SEEDS

L. V. Karpova, Doctor Agricultural Sciences, professor; A. V. Strogonova, graduate student

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education Penza State Agrarian University,
t. (8412)628373; e-mail: ctrogonova2014@mail.ru

There is a great shortage of trace elements in the soils of our country, which does not justify the biological potential of the productive indicators of the main crops.

The research objective is the scientific substantiation of the choice of the most effective way of applying complex liquid fertilizers with microelements in chelated form to form the density of agrocenosis, seedlings qualities and biochemical composition of spring wheat seeds.

It was established that, on average, over two years of research, the field germination of spring wheat against the background of natural fertility was in the range of 73.8-78.4 %, and against the background of the application of nitrogen-phosphorus-potassium fertilizer it amounted to 73.6-79.3 %. The largest number of plants remained for harvesting was noted both against the background without fertilizer application and against the background of mineral nutrition in the variants with seed treatment with Megamix-seeds and Megamix-Profi in the tillering and heading stages - 386 and 388 plants per 1 m².

Micronutrient fertilizers influenced the weight of 1000 seeds, germination energy, laboratory germination and growth power. When growing this crop against the background of N₁₆P₁₆K₁₆ application, the weight of 1000 seeds increased by 10.1 % according to the experimental variants, germination energy - 9.4 %, laboratory germination by 6.9 %, weight of 100 sprouts - by 17 %, and sprout length - 18.9 %.

The biochemical composition of the grain shows a supply of the following nutrients: protein, nitrogen, phosphorus and potassium, the largest amount of which was accumulated in spring wheat grain grown during the treatment of seeds and crops with fertilizers Megamix-seeds and Megamix-Profi.

Keywords: variety, spring wheat, mineral fertilizer, macroelements, microelements, density of agrocenosis, biochemical composition.

References:

1. Afanasiev, R. A. The effectiveness of foliar feeding of winter wheat in conditions of central emergency treatment / R. A. Afanasiev, A. S. Samotoenko, A. A. Galitskiy // Fertility. – 2010. – No. 4 (55). – P. 13-15.
2. Bineev, R. G. Chelates of microbiogenic metals in the soil – plant – animal system: textbook / R. G. Bineev, H. S. Kazakov. – Kazan, 1983. – 80 p.
3. Gaysin, I. A. Multifunctional chelate micronutrient fertilizers: monograph / I. A. Gaysin, F. A. Khismeeva. – Kazan: Meddok, 2007. – 230 p.
4. Gritsenko, V. V. Field crops seed studies of / V. V. Gritsenko, Z. M. Kaloshina. – 3rd ed., revised. and add. – Moscow: Kolos, 1984. – 272 p. (187–188 Spanish)
5. Dospekhov, B. A. Methods of field experience / B. A. Dospekhov. – Moscow, 1985. – 351 p.
6. Trace elements in metabolism and plant productivity / T. M. Evstoriatiyeva, Yu. L. Zhrebik and [other] – Naukova Dumka, 1984. – P. 88-89.
7. Efimova, P. G. Presowing preparation of seeds / P. G. Efimova. – Moscow, 2007. – P. 24–35.
8. Zhangel'dina, R. K., Effect of various doses of micronutrient fertilizers on the productivity of spring wheat in the Akmola oblast, depending on the timing of use / R. K. Zhangel'dina // Young scientist. – 2015. – No. 9. – P. 770 – 774.
9. Nadezhkina, E. V. The content of macroelements in spring wheat grain depending on various fertilizer systems / E. V. Nadezhkina, S. Yu. Sharkova // Grain farming. – 2006. – No. 8. – P. 24–25.
10. Ryakhovskiy, A. V. Protein content in spring and winter wheat grain depending on the level of mineral nutrition / A. V. Ryakhovskiy // Agricultural chemistry. – 1995. – No. 1. – P. 11–19.

11. The effect of fertilizers on the yield and quality of spring wheat / V. M. Rasputin, A. I. Brushkov, Z. A. Krasnikova and [other] // Grain farming. – 1986. – No. 12. – P. 24–25.
12. Physiology and biochemistry of agricultural plants / N. N. Tretiakov, E. I. Koshkin, N. M. Makrushin and [others]; under the editorship of N. N. Tretiakov. – 2nd ed. – Moscow: KolosS, 2005. – 656 p.
13. Fageria, N. K. The USE of NUTRIENTS in CROP PLANTS / N. K Fageria // Includes bibliographical references and index. – 2009. – 430 p.
14. Welch, R. M. Micronutrient nutrition of plant / R. M. Welch // Critical Rev. Plant Sci. – 1995. – № 14 – P. 49-82.
15. Wright, A. T. Effect of seed and fertilizer rate on yield of spring wheat grown on fallow and stubble / A. T. Wright, L. H. Gutek, W. F. Nuttall // Canad J. Plant Sci. – 1987. – V. 67. – № 3. – P. 813-816.