

В результате исследований установлено, что применение Феровита у большинства сортов приводило к снижению содержания фенольных соединений, причём как флавоноидов, так и дубильных веществ.

Под действием гидроксикоричных кислот препарата Циркон существенно увеличивалась сумма полифенолов (на 16-31%) по сравнению с контролем и их отдельных групп. Содержание флавоноидов повышалось на 25-110 %, что связано, вероятнее всего, с влиянием препарата на ауксиновый обмен.

Заключение. Следует отметить, что независимо от препарата после обработки растворами Феровит и Циркон доля суммы γ -терпинена и карвакрола оставалась постоянной (85,18-85,59%), в то время как при обработке Феровитом доля карвакрола снижалась на 5 % за счёт увеличения доли γ -терпинена на аналогичную величину.

Применение Феровита приводило к снижению содержания фенольных соединений, причём как флавоноидов, так и дубильных веществ, в то время как под действием Циркона у большинства сортов наблюдалось повышение содержания суммы полифенолов вообще и флавоноидов в частности.

Литература

1. Еремеева Е.Н., Абрамова Л.Е., Маланкина Е.Л. Сравни-

тельная оценка продуктивности змееголовника молдавского (*Dracocephalum moldavica* L.) при применении различных регуляторов роста // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2014. – Т. 12. – № 12. С. 41-42.

2. Маланкина Е.Л., Солопов С.Г., Козловская Л.Н., Евграфов А.А. Влияние препаратов Циркон и Феровит на содержание и компонентный состав эфирного масла чабера садового (*Satureja hortensis* L.) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2017. – Т. 20. – № 8. – С. 42-47.

3. Пушкина Г.П., Маланкина Е.Л., Тхаганов Р.Р., Морозов А.И. Эффективность применения регуляторов роста и микроудобрений на эфиромасличных культурах // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 7. – С. 17-19.

4. Пушкина, Г.П. Микроудобрение Феровит и регулятор роста Циркон в адаптации лекарственных культур к стрессовым факторам / Г.П. Пушкина, Л.М. Бушковская // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования – 2015. – № 11. – С. 421-424.

5. Sroka, Z. Antioxidative and Antiradical Properties of Plant Phenolics / Z. Sroka // Z. Naturforsch. – 2005. – No 60. – P. 833-843.

6. Sroka, Z. Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and anti-radical activity of some phenolic acids / Z. Sroka, W. Cisowski // Food Chem. Toxicol. – 2003. Vol. 41. – P. 753-758.

7. Witham, F.H. Some characteristics and inhibitors of indoleacetic acid oxidase from tissue culture of crown gall / F.H. Witham, A. C. Gentile // J. Expl. Bot. – 1961. – V. 12, N 35. – P. 188 –198.

THE EFFECTS OF THE GROWTH REGULATOR «ZIRCON» AND MICROFERTILIZER «FEROVIT» APPLICATION ON THE CONTENT OF PHENOL COMPOUNDS IN SUMMER SAVORY

N.G. Romanova, T.I. Shatilova, E.L. Malankina

RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazeva ul. 49, 127550 Moscow, Russia, e-mail: gandurina@mail.ru.

As it was shown by the different researches in most cases of hydroxycinnamic acids (“Zircon”) treatment of summer savory the content of essential oil decreased in comparison with the control without treatment. After treatment with microfertilizer “FeroVite” the content of essential oil in some varieties increased slightly, but this effect depended on the weather condition.

Total content of phenols and their predecessors, such as γ -Terpinene and Carvacrol was almost the same (85.2-85.6%), but the content of a particular substance was different. Under “FeroVite” treatment content of γ -Terpinene was 45.3% and in control without treatment – 39.5%. content of Carvacrol was 39.9% and 45.9% under the treatment and without it respectfully.

An application of “FeroVite” decreased the content of phenolic compounds, and both flavonoids and tannins. Under the application of “Zircon”, the amount of polyphenols increased by 16-31%, including the content of flavonoids by 25-110%, which is most likely due to the influence on auxin metabolism.

Keywords: growth regulators, micronutrient fertilizers, phenolic compounds, Summer savory, *Satureja hortensis*.

УДК 631.811

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВЫ ПОДВИЖНЫМ ФОСФОРОМ

В.М. Лапушкин, к.б.н., РГАУ-МСХА В.А. Нестеренко, ВНИИА
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, snt-nara@yandex.ru

Работа выполнена по госзаданию № 0572-2019-0011

В условиях вегетационного опыта на дерново-подзолистой почве с разным содержанием подвижного фосфора в течение двух лет изучали действие азотных удобрений на урожай и качество яровой пшеницы сорта Любава. Результаты проведенных исследований показали, что применение азотных удобрений на почве с низким содержанием подвижного фосфора мало эффективно и, напротив, получение более высоких урожаев лучшего качества на почвах с содержанием $P_2O_5 > 50$ мг/кг возможно при меньших затратах азотных удобрений.

Ключевые слова: яровая пшеница, азотные удобрения, подвижный фосфор, плодородие почвы.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.06

После резкого уменьшения объема применяемых удобрений в 90-х годах прошлого столетия наблюдается устойчивая тенденция к снижению обеспеченности

пахотных почв питательными элементами, особенно фосфором. В последнее время в нашей стране все большую площадь занимают земли со средним и низ-

ким его содержанием, в то время как доля угодий с высоким и повышенным содержанием подвижных фосфатов неуклонно снижается. В связи с этим резко уменьшился и потенциал продуктивности этих почв [3].

Необходимо помнить, что именно фосфору принадлежит особая роль в процессах обмена веществ, протекающих в растительном организме. Его исключительная функция связана с энергетическим обменом живой клетки, именно фосфор и его макроэргические соединения являются поставщиком энергии, необходимой для поглощения других элементов питания, а также для синтеза и превращения органических веществ. При этом одним из самых энергозатратных процессов в растении, несомненно, является синтез белка. Поэтому выращивание растений на почвах с низким содержанием фосфора приводит не только к существенному недобору урожая, но и к ухудшению его качества [1, 3].

Цель наших исследований – изучить влияние азотных удобрений на формирование урожая и качества зерна яровой пшеницы в зависимости от обеспеченности почв подвижным фосфором. Объектом исследования была мягкая яровая пшеница сорта Любава селекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Немчиновка», включенного в Госреестр в 2012 г. и районированного для выращивания в Центральном регионе РФ.

Методика. Вегетационные опыты проводили в 2017-2018 г. в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева в сосудах Митчерлиха, вмещающих по 5 кг сухой почвы. Для заполнения вегетационных сосудов использовали пахотный горизонт дерново-подзолистой почвы с полевых опытов, проводимых на Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. Почву отбирали с территории делянок с низким (34 мг/кг), средним (73 мг/кг) и высоким (167 мг/кг) содержанием подвижного фосфора (по Кирсанову). В среднем за два года почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 1,31-1,72%, pH_{KCl} 4,41-5,60, гидролитическая кислотность 2,01-4,33 мг-экв/100 г, сумма поглощенных оснований 10,70-12,50 мг-экв/100 г, степень насыщенности основаниями 71-86%, содержание легко- и щелочегидролизующего азота – очень низкое, обменного калия – высокое [2].

Схема опыта включала шесть вариантов с возрастающими дозами азота аммиачной селитры (мг N/кг почвы) 1. 0-контроль, 2. N₅₀, 3. N₁₀₀, 4. N₁₅₀, 5. N₂₀₀, 6. N₂₅₀.

Статистическую обработку результатов опыта осуществляли при помощи программ STRAZ и MS Excel. Содержание элементов питания в растительных образцах устанавливали после мокрого озоления по методу Кьельдаля. Валовое содержание фосфора – колориметрически, методом Труога-Мейера; калия – на пламенном фотометре; азота – микрометодом Кьельдаля. Содержание белкового азота определяли после осаждения белков трихлоруксусной кислотой. Основные показатели качества зерна – методом инфракрасной спектроскопии.

Результаты и их обсуждение. Из результатов проведенных исследований следует, что все изучаемые дозы азотных удобрений дали достоверные прибавки урожая (табл. 1), что подтверждается математической обработкой.

Между величиной полученного урожая зерна и дозами азотных удобрений выявлена прямая умеренная по тесноте связь ($r=0,68$). При этом максимальный урожай зерна яровой пшеницы в среднем за два года получен в вариантах с внесением 150 мг N/кг почвы. Также заметная по тесноте и прямая по направлению связь установлена между величиной урожая и содержанием в почве подвижного фосфора ($r=0,42$). В связи с этим, урожай был существенно выше при более высокой обеспеченности фосфором.

1. Урожай яровой пшеницы в зависимости от доз азотных удобрений и обеспеченности почв подвижными фосфатами

Вариант опыта	Масса зерна, г/сосуд			Масса соломы, г/сосуд		
	2017 г.	2018 г.	Среднее	2017 г.	2018 г.	Среднее
<i>Почва с низким содержанием P₂O₅</i>						
Контроль	4,6	4,9	4,7	7,4	7,8	7,6
N ₅₀	5,7	8,6	7,2	9,0	12,0	10,5
N ₁₀₀	8,8	12,2	10,5	11,4	16,2	13,8
N ₁₅₀	10,6	13,8	12,2	13,1	12,8	12,9
N ₂₀₀	10,8	12,4	11,6	13,8	12,3	13,0
N ₂₅₀	7,9	10,8	9,3	11,1	12,2	11,7
HCP ₀₅	1,1	1,5	-	1,3	3,0	-
<i>Почва со средним содержанием P₂O₅</i>						
Контроль	7,0	5,5	6,2	12,0	12,2	12,1
N ₅₀	12,4	10,8	11,6	16,9	17,8	17,3
N ₁₀₀	14,0	14,0	14,0	19,6	20,0	19,8
N ₁₅₀	15,8	15,0	15,4	22,9	23,3	23,1
N ₂₀₀	16,4	14,5	15,4	22,5	21,3	21,9
N ₂₅₀	16,4	13,6	15,0	23,0	21,9	22,5
HCP ₀₅	1,0	1,0	-	1,5	2,1	-
<i>Почва с высоким содержанием P₂O₅</i>						
Контроль	8,2	8,0	8,1	13,5	13,7	13,6
N ₅₀	12,6	11,3	12,0	17,9	18,8	18,3
N ₁₀₀	15,2	13,5	14,3	22,5	20,8	21,6
N ₁₅₀	15,7	14,6	15,1	25,1	17,2	21,1
N ₂₀₀	15,7	14,1	14,9	26,1	16,4	21,2
N ₂₅₀	15,5	15,5	15,5	26,8	17,7	22,2
HCP ₀₅	2,6	1,3	-	1,8	1,5	-

Дальнейшее увеличение доз азотных удобрений до 250 мг/кг почвы не приводило к существенному росту урожая.

2. Структура урожая яровой пшеницы в среднем за 2017-18 гг.

Вариант опыта	Отношение побочной продукции к основной	Масса 1000 зерен	Масса 1 колоса	Число зерен в колосе
		г		
<i>Почва с низким содержанием P₂O₅</i>				
Контроль	1,6	27,4	0,4	11
N ₅₀	1,5	30,9	0,6	15
N ₁₀₀	1,3	33,5	0,9	20
N ₁₅₀	1,1	36,2	0,9	21
N ₂₀₀	1,1	34,3	0,8	20
N ₂₅₀	1,3	31,6	0,7	18
<i>Почва со средним содержанием P₂O₅</i>				
Контроль	2,0	32,5	0,5	12
N ₅₀	1,5	35,3	0,9	21
N ₁₀₀	1,4	36,4	1,1	24
N ₁₅₀	1,5	36,8	1,2	26
N ₂₀₀	1,4	35,9	1,2	27
N ₂₅₀	1,5	34,0	1,2	27
<i>Почва с высоким содержанием P₂O₅</i>				
Контроль	1,7	34,5	0,7	15
N ₅₀	1,5	35,8	0,9	20
N ₁₀₀	1,5	35,7	1,1	25
N ₁₅₀	1,4	37,1	1,1	25
N ₂₀₀	1,4	38,0	1,1	24
N ₂₅₀	1,4	38,4	1,1	24

Данные, представленные в таблице 2, показывают изменение структуры урожая в зависимости от содержания в почве фосфора и доз азотных удобрений. Уста-

новлено, что достаточная обеспеченность растений фосфором способствовала формированию более крупного зерна по сравнению с растениями, выращенными на почве с низким содержанием P_2O_5 . Средняя масса 1000 зерен в вариантах с внесением азотных удобрений на почвах с содержанием P_2O_5 51-150 мг/кг была на 2,4 г, а при содержании P_2O_5 151-200 мг/кг на 3,7 г выше, чем на более бедной фосфором почве.

При низком и среднем содержании в почве фосфора максимальная масса 1000 зерен отмечена при внесении азота в дозе 150 мг/кг почвы. Дальнейшее увеличение количества внесенного азота приводило к существенному снижению массы 1000 зерен как при низкой обеспеченности фосфором, так и при средней.

На почве с высоким содержанием фосфора масса 1000 зерен увеличивалась от каждой дозы азота в интервале 50-250 мг N/кг почвы.

Увеличение содержания в почве доступного фосфора, наряду с ростом доз азотных удобрений, положительно влияло на массу и озерненность колосьев. Среднее число зерен в колосе в удобренных вариантах составило 19; 25 и 24, а масса 1 колоса – 0,78; 1,12; 1,06 г на почве с низким, средним и высоким содержанием P_2O_5 соответственно.

Важнейший показатель технологической и пищевой ценности зерна – содержание белка. В среднем по опыту оно варьировало от 9,98% в контрольных вариантах до 15,85% при внесении максимальной дозы азота. Таким образом исследованиями выявлено, что этот показатель находился в прямой по направлению и высокой по тесноте связи зависимости от доз азотных удобрений ($r=0,86$).

Из данных таблицы 3 видно, что содержание белка и сырого протеина зависело не только от доз азотных удобрений, но и от обеспеченности доступными фосфатами. Так, на почве с содержанием фосфора 34 мг/кг содержание белка варьировало от 10,42 до 14,50%, а при средней обеспеченности фосфором – в пределах 9,43-16,09%, с максимумом при внесении азота в дозе 200 мг/кг почвы.

При выращивании растений на почве с высоким содержанием фосфора каждая последующая доза азота способствовала росту количества белка в зерне.

В целом связь между содержанием белка в зерне и обеспеченностью фосфором была прямая по направлению, умеренная по тесноте и характеризовалась коэффициентом корреляции 0,31.

Количество в зерне крахмала и сырого жира находилось в обратной зависимости от содержания белка, доз азотных удобрений и обеспеченности фосфором. Оно было самым высоким на почве с низким содержанием фосфора, а самым небольшим – на почве с высоким содержанием фосфора. Содержание сырого жира

уменьшалось, а сахаров и сырой золы, напротив, увеличивалось с ростом доз азотных удобрений.

3. Основные показатели качества зерна яровой пшеницы (в среднем за 2017-2018 гг.), %

Вариант опыта	Белок	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сырая зола	Крахмал	Сахара
<i>Почва с низким содержанием P_2O_5</i>							
Контроль	10,42	11,06	1,99	0,76	1,42	61,50	3,33
N ₅₀	11,58	12,46	1,87	0,84	1,50	60,07	3,46
N ₁₀₀	13,12	14,42	1,64	0,70	1,56	58,85	3,88
N ₁₅₀	13,67	15,19	1,49	0,67	1,56	57,23	3,92
N ₂₀₀	14,50	15,92	1,36	0,58	1,52	56,99	3,93
N ₂₅₀	14,45	15,70	1,39	0,59	1,53	57,49	3,82
<i>Почва со средним содержанием P_2O_5</i>							
Контроль	9,43	10,85	2,04	0,93	1,37	60,12	2,47
N ₅₀	10,78	12,24	1,88	0,92	1,44	58,69	2,73
N ₁₀₀	13,99	15,95	1,59	0,97	1,69	56,47	3,27
N ₁₅₀	16,00	17,43	1,38	0,83	1,66	53,67	3,38
N ₂₀₀	16,09	18,23	1,31	0,77	1,69	53,26	4,10
N ₂₅₀	15,46	17,97	1,30	0,79	1,75	53,90	4,68
<i>Почва с высоким содержанием P_2O_5</i>							
Контроль	10,08	11,40	1,95	0,96	1,44	58,42	2,81
N ₅₀	12,35	13,56	1,91	1,16	1,64	55,90	3,20
N ₁₀₀	14,45	15,77	1,50	0,87	1,64	55,67	3,68
N ₁₅₀	17,09	17,74	1,38	0,78	1,73	52,61	3,46
N ₂₀₀	17,03	18,12	1,41	0,89	1,78	52,43	3,75
N ₂₅₀	17,64	18,94	1,13	0,53	1,73	52,70	3,70

Выводы. На основании проведенных исследований можно заключить, что дозы азотных удобрений, как и обеспеченность подвижным фосфором, оказали существенное влияние на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы сорта Любава. Полученные результаты дают основание утверждать, что применение азотных удобрений на почве с низким содержанием подвижного фосфора малоэффективно, а на почве со средним и высоким содержанием фосфора не только обеспечивает рост урожая, но и повышает питательную ценность зерна при меньших затратах азотных удобрений.

Литература

1. Арианов С.Н. Формирование фосфатного режима дерново-подзолистых почв в разных системах удобрения. – М.: ВНИИА, 2004. – 296 с.
2. Латушкин В.М., Нестеренко В.А., Использование яровой пшеницей азота минеральных удобрений в зависимости от содержания подвижного фосфора в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Инновационные технологии в АПК: теория и практика//Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, 2018. – С. 124-127.
3. Сычев В.Г., Шафран С.А. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений. – М.: ВНИИА, 2013. – 296 с.
4. Сычев В.Г., Алметов Н.С., Козырев А.С. Эффективность средств химизации на посевах яровой пшеницы в условиях Волго-Вятского региона. – М.: ВНИИА, 2009. – 160 с.

THE FORMATION OF YIELD AND GRAIN QUALITY OF SPRING WHEAT DEPENDING ON DOSES OF NITROGEN FERTILIZERS AND SUPPLY OF SOIL PHOSPHORUS

V.M. Lapushkin¹, V.A. Nesterenko²

¹ RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazeva ul. 49, 127550 Moscow, Russia.

² Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127434 Moscow, Russia, e-mail: snt-nara@yandex.ru

The effect of nitrogen fertilizers on the spring wheat crop was studied on sod-podzolic soil with different content of mobile phosphorus in the conditions of vegetation experience for two years. The results of the research showed that using of nitrogen fertilizers on the soil with a low content of mobile phosphorus is not effective. Conversely, obtaining a higher yield of better quality on the soil with P_2O_5 content of >50 mg/kg is possible at a lower cost of nitrogen fertilizers.

Key words: spring wheat, nitrogen fertilizers, soil fertility.