

5. Цзинь Сяомэй. Продуктивность сои при комплексном использовании гумата натрия и клубеньковых бактерий в условиях Приамурья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. – Благовещенск, 2011. – 131 с.

6. Наумченко Е.Т., Ковшик И.Г. Усвоение соей фосфора почвы и удобрений // Увеличение производства сои на основе совершенствования условий питания: науч-техн. бюлл. ВАСХНИЛ / Сиб. отд-ние ВНИИ сои. – Новосибирск, 1987. – Вып. 31. – С. 25-32.

7. Наумченко Е.Т., Ковшик И.Г. Изменение фосфатного фонда луговых черноземовидных почв при длительном внесении удобрений // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1. – С. 42-44.

#### References

1. Tekhnologiya vozdeleyvaniya soi v Amurskoi oblasti: metodicheskie rekomendatsii / GNU VNII soi. – Blagoveshchensk: Tipografiya UVD Amurskoi oblasti, 2009. – 72 s.

2. Prokopchuk V.F., Kovshik I.G., Naumchenko E.T. Povyshenie effektivnosti mineral'nykh udobrenii pod soyu v Amurskoi oblasti // Rezervy povysheniya produktivnosti soi: Sb. nauch. tr. VASKhNIL, Sib. ot-nie VNII soi. – Novosibirsk, 1990. – S. 140-144.

3. Sinegovskaya V.T. Optimizatsiya simbioticheskoi i fotosinteticheskoi deyatel'nosti posevov soi v usloviyakh Priamur'ya: avtoref. dis. na soisk. uchen. st. doktora s.-kh. nauk (11.03.2002): [Moskovskaya akademiya im. K.A. Timiryazeva]. – M., 2002 – 43 s.

4. Duke S.H. Low root temperature effects on soybean nitrogen metabolism and photosynthesis / S.H. Duke [et. al.] // Plant Physiol. – 1979. – Vol. 63 (5). – R. 956-962.

5. Tsin' Syaomei. Produktivnost' soi pri kompleksnom ispol'zovanii gumata natriya i kluben'kovykh bakterii v usloviyakh Priamur'ya: dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.01.09. – Blagoveshchensk, 2011. – 131 s.

6. Naumchenko E.T., Kovshik I.G. Usvoenie soei fosfora pochvy i udobrenii // Uvelichenie proizvodstva soi na osnove sovershenstvovaniya uslovii pitaniya: Nauch-tekhn. byull. VASKhNIL, Sib. otd-nie VNII soi. – Novosibirsk, 1987. – Vyp. 31. – S. 25-32.

7. Naumchenko E.T., Kovshik I.G. Izmenenie fosfatnogo fonda lugovykh chernozemovidnykh pochv pri dlitel'nom vnesenii udobrenii // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 1. – S. 42-44.



УДК 633.11«321»:631.559:631.51:631.82/.85

Г.Г. Морковкин,  
С.В. Жандарова, И.П. Аверьянова  
G.G. Morkovkin,  
S.V. Zhandarova, I.P. Averyanova

### ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА И ЕГО КАЧЕСТВО ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

#### THE EFFECT OF BASIC TILLAGE TECHNIQUES ON GRAIN YIELD AND GRAIN QUALITY UNDER OPTIMIZED MINERAL NUTRITION OF SPRING WHEAT

**Ключевые слова:** обработка почвы, оптимизация минерального питания, урожайность зерна, содержание сырой клейковины, яровая пшеница.

Приведены результаты исследований по изучению влияния способов основной обработки почвы и норм минеральных удобрений, рекомендуемых и оптимизированных, с учетом почвенного плодородия на урожайность зерна яровой пшеницы и содержание сырой клейковины. Установлено, что в относительно сухие годы большее содержание сырой клейковины в зерне накапливается на фоне глубоких обработок почвы (отвальной и глубокой плоскорезной обработки почвы), в более увлажненные годы – на вариантах применения поверхностной обработки почвы. В сухие годы отмечается большая эффективность невысоких норм минеральных удобрений. Оптимизация минерального питания оказывала существенное влияние на уве-

личение урожайности зерна яровой пшеницы и его качество по всем годам исследования.

**Keywords:** tillage, optimized mineral nutrition, grain yield, crude gluten content, spring wheat.

The research results on the effect of basic tillage techniques and mineral fertilizer application rates on spring wheat grain yield and crude gluten content are discussed; the soil fertility is taken into account. It is found that during relatively dry years greater crude gluten content in grain is accumulated against a background of deep tillage (moldboard and V-chisel tillage); during wetter years – in the variants with surface tillage. During dry years greater effectiveness of low mineral fertilizer application rates is found. The optimization of mineral nutrition produced significant effect on the increase of spring wheat grain yield and its quality throughout all years of the research.

**Морковкин Геннадий Геннадьевич**, д.с.-х.н., проф., проректор по научной работе, зав. каф. агрохимии и почвоведения, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-89. E-mail: ggmark@mail.ru.

**Жандарова Светлана Викторовна**, к.с.-х.н., доцент, каф. агрохимии и почвоведения, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: ggmark@mail.ru.

**Аверьянова Ирина Петровна**, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: ggmark@mail.ru.

**Morkovkin Gennadiy Gennadyevich**, Dr. Agr. Sci., Prof., Vice-Rector on Scientific Activities, Head, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-89. E-mail: ggmark@mail.ru.

**Zhandarova Svelana Viktorovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Altai State Agricultural University. E-mail: ggmark@mail.ru.

**Averyanova Irina Petrovna**, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. E-mail: ggmark@mail.ru.

Минеральное питание растений – один из главных факторов, определяющих урожайность сельскохозяйственных культур. Применением минеральных удобрений можно повысить не только продуктивность культур, качество получаемой продукции, но и уровень почвенного плодородия. Обработка почвы, в свою очередь, влияет на водные, воздушные, тепловые свойства почвы, активизирует и поддерживает микробиологическую деятельность и накопление доступных питательных веществ в почве. В настоящее время при разработке комплекса агротехнических мероприятий, включающего систему обработки почвы и нормы внесения минеральных удобрений с целью получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, часто не учитываются возможные агрохимические и экологические проблемы. Одной из наиболее встречаемых причин нарушения нормального функционирования агроэкосистем является несбалансированное поступление в почву и растения элементов питания. Недостаток или избыток того или иного элемента снижает не только качество, но и количество сельскохозяйственной продукции. Поэтому необходимо комплексное изучение всех факторов, влияющих на формирование высокого урожая хорошего качества [1-3].

**Цель исследований** – определение оптимальных способов основной обработки почвы и норм минеральных удобрений, оказывающих существенное положительное влияние на урожайность и качество зерна яровой пшеницы.

#### Объекты и методы исследований

Экспериментальные работы проводили в условиях умеренно засушливой и колочной степи Алтайского края в ОАО «Учебно-опытное хозяйство «Пригородное» в 2011-2014 гг. Почвами опытного участка являются черноземы выщелоченные среднесиловые малогумусные среднесуглинистые. В эксперименте высевали сорт яровой пшеницы Памья Азиева.

По мнению О.И. Антоновой, Л.М. Бурлаковой, В.В. Нестерова, М.Ф. Островляничик, для правильной организации внесения удоб-

рений необходимо знать содержание доступных растениям элементов питания в почве [4]. В наших исследованиях использовали стартовую норму минеральных удобрений ( $N_{20}P_{20}K_{20}$ ) и две оптимизированные нормы минеральных удобрений (на получение запланированной прибавки урожая зерна 0,5 т/га (по годам с 2011 по 2014:  $N_5K_4$ ;  $N_5$ ;  $N_{29}P_3$ ;  $N_{12}P_3$  соответственно) и на плановую урожайность зерна яровой пшеницы 3,0 т/га (по годам с 2011 по 2014:  $N_{29}K_{21}$ ;  $N_{87}P_{23}$ ;  $N_{126}P_{20}$ ;  $N_{70}P_{107}$  соответственно), рассчитанные с помощью коэффициента оптимизации с учетом содержания в почве элементов питания до посева по методике Л.М. Бурлаковой [5].

Для выявления эффективных приемов основной обработки почвы в указанной природной зоне эксперимент проводился на фоне отвальной (ПН 5-35, на глубину 25-27 см), поверхностной (БДТ-7,0, на глубину 8 см) и глубокой плоскорезной (КПГ-250, на глубину 25-27 см) обработки почвы.

Схема расположения двухфакторного опыта методом расщепленных делянок. Площадь опытной делянки 15 м<sup>2</sup>, повторность опыта трехкратная.

Под предпосевную культивацию вносили мочевины (карбамид), простой суперфосфат и хлористый калий разбросным способом.

Урожайность зерна яровой пшеницы учитывали в 4-кратной повторности. Математическую обработку урожайных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.Д. Доспехову [6]. Количество сырой клейковины в зерне определяли лабораторным методом [7].

#### Результаты исследований

Погодные условия в годы проведения исследований существенно отличались по температурному режиму и увлажненности. Вегетационные периоды 2011 и 2012 гг. по гидро-термическому режиму были засушливыми ( $ГТК_1 = 0,64$  и  $0,33$ ,  $ГТК_2 = 0,70$  и  $0,47$  соответственно) в отличие от 2013 и 2014 гг., где  $ГТК_1$  превысил среднепогодные значения на  $0,38$  и  $0,07$  соответственно, а  $ГТК_2$  – на  $0,28$  и  $0,12$  соответственно.

Температурный режим наиболее теплым был в 2011, 2012 и 2014 гг. Среднесуточные температуры воздуха в течение вегетации яровой пшеницы в рассматриваемые годы превышали норму на 4,4; 2,2 и 1,4<sup>0</sup>С и 3,5; 1,8 и 2,4<sup>0</sup>С соответственно. Вегетационный период 2013 г. был более холодным, где среднесуточная температура воздуха за вегетационный период существенно отличалась от среднесуточной.

Урожайность зерна яровой пшеницы существенно отличалась по годам исследования (табл. 1, 2). Наибольшая урожайность зерна получена в 2011 г. (от 2,50 до 3,46 т/га по вариантам опыта), когда погодные условия были более благоприятными в ответственные фазы роста и развития яровой пшеницы. В последующие годы исследований на изучаемых вариантах такой уровень урожайности не был достигнут, так как вегетационные периоды были либо засушливыми с высокими температурами, либо сильно увлажненными при низкой среднесуточной температуре. Как отмечает М.М. Стрельникова [8], для формирования высокого урожая зерна хорошего качества нужен оптимальный погодный режим в период вегетации, в частности во время налива зерна (от цветения до восковой спелости).

Способы основной обработки почвы неоднзначно повлияли на урожайность зерна и его качество (табл. 1).

Высокая урожайность зерна яровой пшеницы в 2011 г. была сформирована по отвальной обработке почвы и составила 3,10 т/га, но в последующие годы более значимой была эффективность других вариантов, в 2012 г. – глубокой плоскорезной обработки почвы, а в 2013 и 2014 гг. – поверхностной обработки почвы дисковой бороной.

Содержание сырой клейковины в зерне изменялось как по годам исследования, так и по способам обработки почв. Так, в более сухой 2011 г. и наиболее засушливый 2012 г. наибольшее содержание сырой клейковины в зерне отмечено на вариантах применения от-

вальной (31,45%) и глубокой плоскорезной обработки почвы (33,49%), соответственно, а в более увлажненные годы – на вариантах применения поверхностной обработки почвы дисковой бороной (27,49% – в 2013 г., 33,50% – 2014 г.).

Применение минеральных удобрений в нормах, рассчитанных с учетом оптимизации минерального питания, существенно увеличивало как урожайность зерна яровой пшеницы, так и содержание сырой клейковины. Данные, представленные в таблице, рассчитаны в среднем по способам основной обработки почвы (табл. 2).

Результаты исследований показывают, что наибольшее содержание сырой клейковины в зерне было отмечено в наиболее жаркой и сухой 2012 г. (32,90-33,49% – по вариантам основных обработок почвы (табл. 1) и 34,92-35,89% – на фоне минерального питания (табл. 2). Несколько ниже процент содержания сырой клейковины был отмечен в среднем по климатическим показателям 2011 г. (28,10-31,45 и 28,10-30,30% соответственно) и в более увлажненный и теплый 2014 г. (27,47-33,50 и 28,36-33,89% соответственно). Наименьшее содержание сырой клейковины получено в наиболее холодном и увлажненном 2013 г. (22,33-27,49 и 24,82-27,82% соответственно). Полученные результаты подтверждаются исследованиями П.Е. Суднова, в которых отмечается, что обилие осадков, особенно в фазе налива зерна, отрицательно сказывается на качестве зерна, потому что при излишней увлажненности зерно сильно дышит, расходуя углеводы и азотистые вещества [9].

В относительно сухие годы эффект вносимых невысоких в количественном выражении норм минеральных удобрений рассчитанных на прибавку урожая зерна яровой пшеницы, выше либо сравним с эффектом от больших по величине норм минеральных удобрений, рассчитанных на общую урожайность 3,0 т/га.

Таблица 1

**Влияние способов основной обработки почвы на качество и урожайность зерна яровой пшеницы**

Способы основной обработки почвы	2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	содержание в зерне сырой клейковины, %	урожайность зерна, т/га	содержание в зерне сырой клейковины, %	урожайность зерна, т/га	содержание в зерне сырой клейковины, %	урожайность зерна, т/га	содержание в зерне сырой клейковины, %	урожайность зерна, т/га
ПН 25-27 см	31,45	3,10	33,00	0,39	22,33	1,28	28,28	0,69
БДТ 8-14 см	28,10	2,89	32,90	0,68	27,49	1,51	33,50	0,95
КПГ 20-25 см	30,10	2,92	33,49	0,80	23,34	1,34	27,47	0,70

**Влияние минеральных удобрений на качество и урожайность зерна яровой пшеницы**

Варианты внесения минеральных удобрений	2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	содержание в зерне сырой клейковины, %	урожайность зерна, т/га	содержание в зерне сырой клейковины, %	урожайность зерна, т/га	содержание в зерне сырой клейковины, %	урожайность зерна, т/га	содержание в зерне сырой клейковины, %	урожайность зерна, т/га
Контроль	28,10	2,50	34,92	0,48	24,82	1,20	30,16	0,72
N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> (стартовая норма)	28,80	2,87	35,01	0,40	26,09	1,19	28,36	0,65
Оптимизированная норма, рассчитанная на прибавку урожая	30,30	3,46	35,89	0,80	27,15	1,47	33,45	0,86
Оптимизированная норма, рассчитанная на плановую урожайность	29,82	3,10	35,59	0,78	27,82	1,50	33,89	1,12

Применение стартовой нормы минеральных удобрений (N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub>) не всегда способствовало повышению урожайности зерна и его качества. Применение оптимизированных норм минеральных удобрений во все рассматриваемые годы повышало как урожайность зерна яровой пшеницы, так и его качество.

**Выводы**

В результате проведенных исследований установлено, что в относительно сухие годы большее содержание сырой клейковины в зерне накапливается на фоне глубоких обработок почвы (отвальной и глубокой плоскорезной обработки почвы), в более увлажненные годы – на вариантах применения поверхностной обработки почвы.

В сухие годы отмечается большая эффективность невысоких норм минеральных удобрений.

Оптимизация минерального питания оказывала существенное влияние на увеличение урожайности зерна яровой пшеницы и его качество по всем годам исследования.

**Библиографический список**

1. Ермохин Ю.И., Бобренко И.А. Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур (на основе системы «ПРОД»): монография. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. – 284 с.
2. Коданев И.М. Агротехника и качество зерна. – М.: Колос, 1970. – 218 с.
3. Кулаковская Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев. – Минск: Урожай, 1978. – 298 с.
4. Антонова О.И., Бурлакова Л.М., Нестеров В.В., Островляничик М.Ф. и др. Применение удобрений в Алтайском крае: учеб. пособие. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Барнаул: АСХИ, 1986. – 107 с.
5. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е. и др. Растениеводство. – М.: КолосС, 2006. – 612 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки ре-

зультатов исследований). – М.: Колос, 1985. – 351 с.

7. Антонова О.И. Практикум по агрохимии: учебное пособие. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. – 85 с.

8. Стрельникова М.М. Повышение качества зерна пшеницы. Киев: Урожай, 1971. – 178 с.

9. Суднов П.Е. Повышение качества зерна пшеницы. М.: Россельхозиздат, 1978. – 95 с.

**References**

1. Ermokhin Yu.I., Bobrenko I.A. Optimizatsiya mineral'nogo pitaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (na osnove sistemy «PROD»): monografiya. – Omsk: Izd-vo FGOU VPO OmGAU, 2005. – 284 s.
2. Kodanev I.M. Agrotehnika i kachestvo zerna. – M.: Kolos, 1970. – 218 s.
3. Kulakovskaya T.N. Pochvenno-agrokhimicheskie osnovy polucheniya vysokikh urozhaev. – Minsk: Urozhai, 1978. – 298 s.
4. Antonova O.I., Burlakova L.M., Nesterov V.V., Ostrovlyanchik M.F. i dr. Primenenie udobrenii v Altaiskom krae: ucheb. posobie. – izd. 2-e, pererab. i dop. – Barnaul: ASKHI, 1986. – 107 s.
5. Posypanov G.S., Dolgodvorov V.E. i dr. Rastenievodstvo. – M.: KolosS, 2006. – 612 s.
6. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – M.: Kolos, 1985. – 351 s.
7. Antonova O.I. Praktikum po agrokhimii: uchebnoe posobie. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2012. – 85 s.
8. Strel'nikova M.M. Povyshenie kachestva zerna pshenitsy. – Kiev: Urozhai, 1971. – 178 s.
9. Sudnov P.E. Povyshenie kachestva zerna pshenitsy. M.: Rossel'khozizdat, 1978. – 95 s.