

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА С.-Х. ПРОДУКЦИИ

Известия ТСХА, выпуск 3, 2009 год

УДК 633.11.004.12

ПРОИЗВОДСТВО ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

Н.М. ЛИЧКО, Г.И. ВАУЛИНА*, Е.А. РОСТИКОВ, С.Н. КОЛОМИЕЦ

(Кафедра хранения переработки
и товароведения продукции растениеводства)

Изучено влияние различных доз азотных удобрений на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы, выращиваемой на дерново-подзолистой среднекультуренной почве по пласту многолетних бобово-злаковых трав. Выявлены оптимальные дозы азотных удобрений и сорта пшеницы, обеспечивающие урожайность до 5—6 т/га и высокое качество зерна. Результаты исследований являются научным обоснованием совершенствования технологии возделывания озимой пшеницы на дерново-подзолистых среднекультуренных почвах Центрального района Нечерноземной зоны.

Ключевые слова: Нечерноземье, пшеница, сорт, агротехника, удобрения, зерно, урожайность, качество, натура, стекловидность, крупность, выравненность, клейковина, свойства теста, хлеб.

Для обеспечения продовольственной безопасности России ежегодно должно производиться 135 млн т. зерна, в т.ч. на продовольственные цели — 25-27 млн т., на корм скоту и птице — 70,0~72,2, на семена — 15,6-16,2, на создание страховых и переходящих запасов семян и зернопродуктов — 7,7-8,3 млн т [2, 4].

На душу населения необходимо около 1 т зерна в год. В 2004-2007 гг. среднедушевое производство зерна в нашей стране составило 543-576 кг/чел [1]. Для увеличения производства зерна необходимо дальнейшее совершенствование технологии возделывания зерновых культур.

Особенно остра проблема увеличения продуктивности посевов и качества зерна остается для густонаселенного ЦРНЗ. В современных

условиях генетический потенциал в этом регионе используется менее чем наполовину. Урожайность озимой пшеницы за 2004-2007 гг. составила всего от 1,85 до 2,33 т/га [1]. Опыт передовых хозяйств и экспериментальные данные научных исследований показывают, что при соблюдении зональной интенсивной технологии в этом регионе можно получать урожайность 5-7 т/га [3, 5, 7, 8].

Еще более актуальна задача улучшения качества зерна. Доля продовольственной пшеницы в данном регионе составляет всего 50%. Известно, что решающее влияние на улучшение технологических свойств зерна оказывают азотные удобрения. Данные о влиянии удобрений на хлебопекарные свойства пшеницы в литературе противоречивы. Одни исследователи считают, что не-

ЦОС ВНИИА.

обходимо дробное внесение высоких доз азотных удобрений — 150—180 кг/га [3], другие утверждают, что можно получить качественное зерно и при умеренных дозах азота, если пшеницу высевать по лучшим предшественникам, использовать сорта с генетически высокими хлебопекарными свойствами и применять удобрения на фоне химических средств защиты растений [5, 7, 8].

В современных условиях при ограниченных ресурсах удобрений, их дороговизне возрастает роль адаптивно-ландшафтного земледелия, его биологизации, интегрированного применения удобрений с агротехническими приемами повышения плодородия почв [6]. Важнейшим фактором биологизации земледелия, повышения урожайности и качества является использование многолетних бобово-злаковых трав в качестве предшественника.

Цель исследований — уточнить дозы и сроки внесения азотных удобрений под озимую пшеницу разных сортов, выращиваемую по пласту бобово-злаковых трав для повышения урожайности и качества зерна.

Методика

Исследования проводили на Центральной опытной станции ВНИИА (Московская обл.) и на кафедре хранения, переработки и товароведения продукции растениеводства РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева в период 2001-2005 гг.

Агрохимическая характеристика почвы. Почва опытного участка дерново-подзолистая тяжелосуглинистая среднекультуренная. Содержание гумуса 1,99-2,08% (по Тюрину), подвижного фосфора и обменного калия — 8,7-10,8 и 14-16 мг/100 г почвы (по Кирсанову) соответственно, рН_{сол.} — 6,0-6,3

Схема опыта. Опыт краткосрочный двухфакторный заложен в севообороте методом расщепленных делянок в трёх повторностях. В разные годы изучали

от 7 до 10 вариантов минерального питания. В 2001 г. 7 вариантов: 1 — без удобрений (контроль), 2 — $P_{60}K_{60}$ под культивацию, 3 — N_{45} под культивацию, 4 — N_{90} под культивацию, 5 — $N_{45}P_{60}K_{60}$ под культивацию, 6 — $N_{90}P_{60}K_{60}$ под культивацию, 7 — $N_{45+90}P_{60}K_{60}$ (45 кг азота под культивацию + 90 кг/га в весеннюю корневую подкормку). С 2002 г. в схему опыта включен вариант $N_{135}P_{60}K_{60}$ под культивацию, а с 2004 г. — $N_{30+30+30}P_{60}K_{60}$ (30 кг азота под культивацию + 30 в весеннюю подкормку + 30 кг/га в некорневую подкормку в фазу цветения), а также $N_{45+45+45}P_{60}K_{60}$ (45 кг азота под культивацию + 45 в весеннюю подкормку + 45 в корневую подкормку в фазу цветения).

Азотные подкормки при возобновлении вегетации и в фазу цветения в виде корневой подкормки проводили аммиачной селитрой, а некорневую подкормку — 30%-м раствором мочевины с расходом жидкости 200 л/га. Химические средства защиты растений использовали фоном.

Агротехника возделывания озимой пшеницы общепринятая для Московской обл. Предшественник — многолетние бобово-злаковые травы 3, 2 и 1-го года использования. Сроки сева: конец августа — начало сентября. Норма высева — 6,5-7,0 млн шт/га (280-300 кг/га) всхожих семян, глубина заделки — 5~7 см, узкорядный посев. За 3—4 дня до посева проводили влажное протравливание семян фунгицидом байтан-универсал.

Уборку урожая проводили поделочно методом сплошного обмолота комбайном «Сампо-500». Урожайность зерна пересчитывали на 14%-ю влажность и 100%-ю чистоту. Качество зерна оценивали по полной технологической схеме. Физико-химические показатели качества зерна определяли в соответствии с действующими ГОСТами. Помол зерна проводили с получением муки 70±2% выхода. Физические характеристики теста

определяли на фаринографе по ГОСТ Р 51404-99 и альвеографе по ГОСТ Р 51415-99. Пробную лабораторную выпечку хлеба проводили безопарным методом с интенсивным замесом теста (методика ВЦОКС).

Материалом для исследований служили 5 сортов озимой пшеницы: Полесская безостая (сорт Украинской селекции), Московская 39, Памяти Федина, Инна, Лютесценс 33 (выведены в НИИСХ ЦРНЗ). Из указанных сортов 3 районированные: Московская 39 (сильная пшеница), Инна и Памяти Федина (ценные пшеницы). Сорта Лютесценс 33 и Полесская безостая нерайонированные.

Метеорологические условия в годы исследований были контрастными (рис. 1). Все 5 лет исследований осенний, весенний и летний периоды вегетации были теплее по сравнению с многолетними данными, за исключением июня 2003 г. Зимой 2000—2001 и 2004-2005 гг. наблюдались неблагоприятные условия перезимовки растений, что способствовало изреживанию посевов. В остальные годы осенне-зимние условия и перезимовка растений про-

ходили при благоприятных условиях. Однако возобновление вегетации в 2003 г. сопровождалось заморозками, что послужило причиной повреждения и частичной гибели растений от выпирания. Самый теплый был 2002 г., самый холодный — 2003 г.

По влагообеспеченности растений наблюдались более существенные различия. Осенний период избыточно увлажненным был в 2001 и 2003 гг. Максимальное количество осадков в осенне-зимний период выпало в 2000—2001 гг. (193,9 мм), что отрицательно сказалось на перезимовке растений. Весной в начале вегетации во все годы наблюдался дефицит влаги. В фазу трубкования избыток влаги был в 2001 и 2004 гг., недостаток — в 2002, 2003 и 2005 гг. Самые неблагоприятные условия влагообеспеченности в этот период были в 2005 г., что не могло не сказаться на урожайности. Период колошения во все годы, кроме 2002, проходил при избыточном увлажнении.

Наиболее контрастные условия по влагообеспеченности растений наблюдались в период налива и созревания

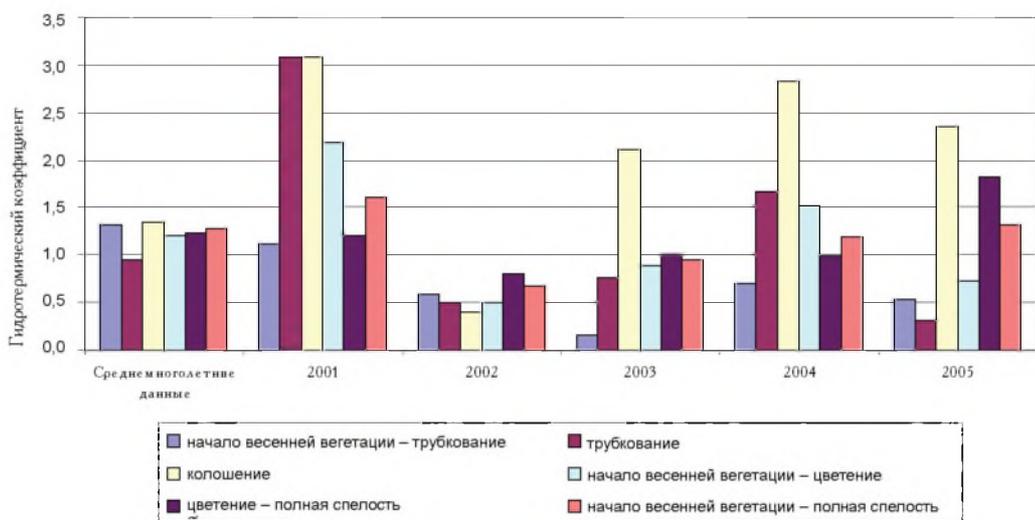


Рис. 1. ГТК по фазам развития растений

зерна. Июнь избыточно увлажненным был в 2001 и 2005 гг.— осадков выпало в 2 раза больше нормы, сухим — в 2002 и нормально увлажненным — в 2004 г. Июль был сухим в 2002 и 2003 гг. (осадков менее 50 мм), избыточно увлажненным — в 2004 г. и особенно в 2005. Гидротермический коэффициент в период формирования и налива зерна в 2002, 2003, 2004 гг. был в пределах 0,6-1,0. Самые неблагоприятные условия для формирования качества зерна сложились в 2004 и 2005 гг.

Условия уборки в 2001, 2002, 2004 и 2005 гг. были благоприятными. В 2003 г. дождливая погода, установившаяся с фазы восковой спелости, не позволила вовремя убрать урожай и способствовала прорастанию зерна на корню.

Результаты и их обсуждение

Урожайность озимой пшеницы всех сортов в годы исследований находилась в сильной зависимости от уровня минерального питания, погодных условий и биологических особенностей сор-

та. В среднем за 5 лет минимальная урожайность была в контрольном варианте и по сортам колебалась от 2,51 до 2,72 т/га (табл. 1).

Одностороннее внесение фосфорно-калийных удобрений не дало существенной прибавки урожайности, что объясняется хорошей обеспеченностью доступным фосфором и калием. Все изучаемые дозы азотных удобрений как при одностороннем применении, так и на фоне $P_{60}K_{60}$ существенно повышали продуктивность всех сортов озимой пшеницы.

Максимальная прибавка от азотных удобрений установлена при одностороннем их внесении под культивацию в дозе N_{90} . В среднем за 5 лет она составила в зависимости от сорта 2,06-2,29 т/га. При совместном применении этой дозы с фосфорно-калийными удобрениями дальнейшей прибавки или не было, или различия были незначительны. При увеличении дозы азотных удобрений до 135 кг/га была только тенденция к повышению урожайности. Продуктивность озимой пшеницы в

Т а б л и ц а 1

Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы, т/га
(средние данные за 2001-2005 гг.)

Вариант	Полесская безозстая		Московская 39		Памяти Федина		Инна		В средние по А (за 2001-2005 гг.)	Лютесценс 33 (средние за 2001-2004 гг.)	
	урожайность	+/- к контролю	урожайность	+/- к контролю	урожайность	+/- к контролю	урожайность	+/- к контролю	$HCP_{05} = 0,45$	урожайность	+/- к контролю
1 — без удобр.	2,72	—	2,61	—	2,59	—	2,51	—	2,60	3,24	—
2 — $P_{60}K_{60}$	2,81	0,09	2,89	0,28	2,69	0,10	2,62	0,11	2,75	3,40	0,16
3 — N_{45}	4,15	1,43	4,01	1,40	4,10	1,51	3,72	1,21	3,99	4,85	1,61
4 — N_{90}	4,93	2,21	4,90	2,29	4,71	2,12	4,59	2,08	4,78	5,30	2,06
5 — $N_{45}P_{60}K_{60}$	4,12	1,40	4,19	1,58	4,07	1,48	4,09	1,58	4,12	4,98	1,74
6 — $N_{90}P_{60}K_{60}$	5,03	2,31	4,89	2,28	4,78	2,19	4,64	2,13	4,83	5,42	2,18
7 — $N_{45+90}P_{60}K_{60}$	5,17	2,45	4,96	2,35	4,81	2,22	4,68	2,17	4,91	5,43	2,19
В среднем по В $HCP_{05} = 0,14$	4,13	—	4,06	—	3,97	—	3,83	—	—	4,66	—

$HCP_{05(I)} = 0,45$ — значимость разностей между частными средними по делянкам 1-го порядка — эффект уровней питания для разных сортов

$HCP_{05(II)} = 0,36$ — значимость разностей между частными средними по делянкам 2-го порядка — эффект сорта при разных уровнях питания

ЦРНЗ очень сильно менялась в зависимости от погодных условий. Самая низкая урожайность была в годы с плохими условиями перезимовки в 2001 и 2005 гг. В варианте без удобрений в 2001 г. урожайность в зависимости от сорта колебалась от 1,86 до 3,03 т/га, в 2005 г. — от 0,81 до 0,96 т/га. При благоприятных температурно-влажностных условиях в 2004 г. была получена максимальная урожайность. При выращивании пшеницы по пласту бобово-злаковых трав даже без внесения минеральных удобрений урожайность была на уровне 4,38-4,86 т/га. Одностороннее применение азотных удобрений в дозе N₄₅ и N₉₀ на почвах, богатых фосфором и калием, увеличивало урожайность до 5,51-6,08 и 6,24-6,35 т/га соответственно.

Сортовые различия по урожайности в среднем по опыту составили от 3,83 до 4,66 т/га. Наиболее урожайными были сорта Лютесценс 33, Полесская безостая и Московская 39.

Мукомольные свойства зерна, характеризующиеся такими косвенными показателями, как натура, масса 1000 зерен, выравненность, стекловидность под влиянием удобрений существенно не изменялись (табл. 2).

Показатели мукомольных свойств больше зависели от сорта и погодных условий. В 2003 г. у всех сортов сформировалось низконатурное зерно. В среднем по опыту натура колебалась в

зависимости от сорта от 719 до 742 г/л. В 2002 г. натура была высокая (820-839 г/л), а в 2001, 2004 и 2005 гг. — средняя (746-785 г/л). Самые высокие показатели натуры имело зерно пшеницы сортов Московская 39 и Полесская безостая. Масса 1000 зерен колебалась от 34,4 г (2005 г.) до 41,2 г (2004 г.). Самое крупное зерно по средним данным за 5 лет было у пшеницы сорта Памяти Федина (39,4 г). Немного уступали сорта Лютесценс 33 (39,1 г), Полесская безостая (38,8 г), Инна (38,2 г). Минимальная масса 1000 зерен оказалась у сорта Московская 39 (35,1 г).

Зерно всех сортов и во все годы исследований отличалось хорошей выравненностью (93,6-98,7%). Самые низкие значения этого показателя были в 2001 г. В этом же году установлены и самые большие сортовые различия — от 92,5% (сорт Полесская безостая) до 96,9% (сорт Московская 39).

Показатель стекловидности изменялся в зависимости от погодных условий в среднем по опыту от 47,9% (2001) до 54,0% (2003). Существенные сортовые различия были только в 2003 г. — от 47,1 (Инна) до 65,5% (Московская 39). Сорт Московская 39 лидировал по этому показателю и в другие годы исследований, но не столь существенно. Азотные удобрения оказали положительное влияние на стекловидность только в сухом 2003 г. Максимальная

Т а б л и ц а 2

Показатели мукомольных свойств зерна озимой пшеницы
(в среднем по опыту за 5 лет)

Вариант	Натура		Масса 1000 зерен		Выравненность		Стековидность	
	г/л	+/- к контролю	г	+/- к контролю	%	+/- к контролю	%	+/- к контролю
1 — без удобрений	773	—	38,0	—	97,4	—	49,3	—
2 — P ₆₀ K ₆₀	775	+2	38,2	+0,2	97,4	0	49,9	+0,6
3 — N ₄₅	777	+4	38,1	+0,1	97,6	+0,2	50,7	+1,4
4 — N ₉₀	775	+2	37,5	-0,5	97,3	-0,1	52,0	+2,7
5 — N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	774	+1	37,5	-0,5	97,3	-0,1	50,5	+1,2
6 — N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	780	+7	38,4	+0,4	97,5	+0,1	51,1	+1,8
7 — N ₄₅₊₉₀ P ₆₀ K ₆₀	780	+7	37,9	-0,1	97,3	-0,1	51,8	+2,5

стекловидность была получена при одностороннем внесении азотных удобрений в дозе N_{90} (58,5%), минимальная — в контрольном варианте (51,4%). В остальные годы различия были не существенны.

Таким образом, на основании анализа показателей мукомольных свойств можно говорить только о тенденции к улучшению их под влиянием удобрений.

Хлебопекарные свойства под влиянием удобрений изменялись более существенно. Их оценивали как по косвенным показателям: массовая доля клейковины и ее качество, характеристики физических свойств теста, так и по результатам пробной выпечки.

Массовая доля клейковины очень сильно изменялась под влиянием погодных условий (табл. 3). Минимальное содержание клейковины сформировалось в зерне пшеницы всех сортов в избыточно увлажненные в период налива зерна годы: 2001, 2004 и 2005, максимальное — в 2003 г. Без внесения удобрений размах колебаний по годам составил у сорта Инна — 11,7%, у Московской 39 и Полесской безостой — 12,5, у Памяти Федина — 12,7 и у Лютесценс 33 — 14,5%.

В 2001 г. применение удобрений оказалось неэффективным. Вероятно из-за чрезмерного увлажнения в I период вегетации произошло вымывание азота из почвы. Только один сорт Московская 39 в этих условиях сформировал качественное зерно с содержанием клейковины в среднем по опыту 27,1%.

В сухом 2002 г. массовая доля клейковины составила в среднем по опыту 23,3-27,5%. Минимальное содержание было в зерне сорта Полесская безостая, максимальное — Московская 39. Отзывчивость сортов на внесение удобрений была разная. Сорт Полесская безостая положительно реагировал даже на минимальную дозу азота (N_{45}). Содержание клейковины увеличивалось при одностороннем внесении

азотных удобрений на 3,4, а на фоне фосфорно-калийных — на 4,3%. У сорта Лютесценс 33 максимальное содержание клейковины в зерне 28,5 и 29,2% сформировалось при удвоенной дозе азота (варианты N_{90} и $N_{90}P_{60}K_{60}$). У остальных сортов различия в содержании клейковины не превышали 2%. При увеличении дозы азота до 135 кг/га как при осеннем внесении под культивацию, так и при осенне-весеннем (N_{45+90}) у всех сортов наметилась тенденция к снижению этого показателя.

В 2003 г. в условиях, близких к засушливым, при возделывании озимой пшеницы по пласту бобово-злаковых трав в зерне всех сортов, за исключением сорта Инны, даже без удобрений содержание клейковины в зерне было около 30% или выше. Под влиянием удобрений наметилась тенденция к снижению этого показателя в зерне сортов Памяти Федина, Лютесценс 33 и Московская 39. У Полесской безостой различия были несущественны. Только у одного сорта Инна все изучаемые дозы удобрений увеличивали массовую долю клейковины на 2,1 ($N_{45}P_{60}K_{60}$) и 4,6% (N_{90} и $N_{90}P_{60}K_{60}$). При высоком содержании клейковины качество ее соответствовало 2-й группе.

В 2004 и 2005 гг. без внесения удобрений не удалось получить зерно 3-го класса у всех сортов. В 2004 г. внесение удобрений в дозе N_{90} и N_{135} позволило улучшить качество зерна до требований 3-го класса у всех сортов. Но отзывчивость сортов была разная. Сорта Памяти Федина, Инна и Лютесценс 33 обеспечили содержание клейковины свыше 23% только при дозе N_{135} при дробном внесении, сорт Полесская безостая — при дробном и одноразовом, сорт Московская 39 — при дозе N_{90} .

В избыточно увлажненном 2005 г. в период налива зерна внесение азотных удобрений не позволило улучшить качество зерна сортов Полесская безостая, Памяти Федина и Инна. Только

Показатели хлебопекарных свойств озимой пшеницы различных сортов в зависимости от удобрений

Показатель качества	Варианты опыта																							
	без удобрений						N ₉₀ P ₀ K ₀						N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀						N ₁₃₅ P ₆₀ K ₆₀					
	2001	2002	2004	2005	в среднем		2001	2002	2004	2005	в среднем		2001	2002	2004	2005	в среднем		2002	2004	2005	2006	в среднем	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		

Полеская безостая

Массовая доля клейковины, %	22,4	21,2	18,3	22,1	21,0	21,8	24,7	21,2	22,0	22,4	22,7	24,0	19,1	21,5	21,8	20,5	21,9	21,9	21,4	23,6	21,1	22,4
Степень разжижения теста, е.ф.	80	150	100	100	108	85	130	90	90	99	110	135	110	100	114	140	100	110	117	100	120	110
Валориметрическая оценка, ед. в.	40	25	40	39	36	39	28	43	44	39	36	26	38	40	35	30	39	39	36	43	36	40
Максимально избыточное давление, Р, мм	—	61	64	89	71	—	82	68	98	83	—	80	70	95	82	76	82	100	86	80	132	106
Показатель формы кривой	—	1,2	1,5	1,9	1,5	—	1,4	1,0	2,1	1,5	—	1,5	0,5	1,9	1,3	1,4	0,9	2,3	1,5	0,9	2,2	1,6
Энергия деформации теста (×10 ⁻⁴) Дж, W	—	124	127	146	132	—	170	139	181	163	—	157	138	176	157	157	176	175	169	151	180	166
Объемный выход хлеба, см ³	830	840	770	675	779	890	990	810	725	854	830	950	760	745	821	970	810	740	840	800	745	773
Общая хлебопекарная оценка, балл	3,0	3,1	3,3	3,3	3,2	3,6	3,4	3,8	3,6	3,6	3,2	3,4	3,6	3,6	3,4	3,5	3,9	3,4	3,6	3,9	3,5	3,7

Московская 39

Массовая доля клейковины, %	27,9	27,6	21,1	20,3	24,2	26,1	29,2	22,9	23,5	25,4	27,0	27,9	23,2	23,0	25,3	25,5	25,9	24,0	25,1	27,1	23,2	25,2
Степень разжижения теста, е.ф.	80	60	90	130	90	90	50	80	90	78	80	70	90	100	85	75	50	90	72	60	90	75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Валориметрическая оценка,	72	48	44	37	50	60	54	50	44	52	63	45	45	40	48	42	61	46	50	61	44	53
ед. В.	—	110	100	94	101	—	112	96	103	104	—	110	96	104	103	116	93	111	107	106	120	113
Максимально избыточное давление, Р, мм	—	1,6	1,9	2,2	1,9	—	1,8	1,8	2,0	1,8	—	1,8	1,6	2,5	2,0	2,0	1,3	2,3	1,9	1,5	2,7	2,1
Показатель формы кривой	—	279	206	163	216	—	284	204	213	234	—	279	234	186	233	266	255	225	249	296	231	264
Энергия деформации теста	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
($\times 10^{-4}$) Дж, W	1040	1040	875	730	921	950	1050	875	725	900	970	1040	860	740	903	1000	915	735	883	935	755	845
Объемный выход хлеба, см ³	4,0	3,8	3,7	3,5	3,7	3,9	4,0	3,8	3,5	3,8	3,9	3,9	3,6	3,6	3,7	3,8	4,3	3,7	3,9	4,2	3,6	3,9
Общая хлебопекарная оценка, балл	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Памяти Федина</i>																						
Массовая доля клейковины, %	17,6	27,6	17,1	20,1	20,6	17,8	29,1	19,7	18,5	21,3	18,0	24,1	19,2	18,7	20,0	23,4	22,3	19,5	21,7	24,3	19,6	22,0
Степень разжижения теста, е.ф.	110	80	110	100	100	120	65	90	110	96	130	90	100	110	108	80	80	100	87	70	100	85
Валориметрическая оценка,	33	42	38	42	39	32	47	42	36	39	32	36	38	35	35	40	46	40	42	56	39	48
ед. В.	—	72	70	92	78	—	85	69	89	81	—	79	72	82	78	79	69	79	76	75	80	78
Максимально избыточное давление, Р, мм	—	0,8	1,3	2,0	1,3	—	0,9	1,0	1,3	1,1	—	1,1	1,0	1,3	1,1	1,1	0,9	1,4	1,1	0,9	1,6	1,2
Показатель формы кривой	—	222	158	171	184	—	282	180	208	223	—	211	192	178	194	221	184	163	189	233	162	198
Энергия деформации теста	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
($\times 10^{-4}$) Дж, W	870	1030	845	755	875	910	1100	865	780	914	930	980	840	750	875	980	860	785	875	870	805	838
Объемный выход хлеба, см ³	3,2	3,9	3,5	3,5	3,5	3,3	3,9	3,7	3,5	3,6	3,4	3,5	3,5	3,4	3,5	3,6	3,9	3,5	3,7	4,0	3,7	3,9
Общая хлебопекарная оценка, балл	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	<i>Инна</i>																						
Массовая доля клейковины, %	22,5	27,9	16,2	22,5	22,3	23,0	28,0	20,5	22,2	23,4	23,3	28,0	17,7	22,7	22,9	25,8	21,0	21,8	22,9	23,5	20,9	22,2	
Степень разжиже- ния теста, е.ф.	100	90	120	80	98	100	65	90	100	89	90	85	80	90	86	85	80	90	85	70	100	85	
Валориметриче- ская оценка, ед. в.	37	37	33	46	38	38	44	44	40	42	38	41	41	41	40	38	47	43	43	54	41	48	
Максимально из- быточное дав- ление, Р, мм	—	90	59	76	75	—	80	57	86	74	—	83	61	80	75	88	62	80	77	66	79	73	
Показатель фор- мы кривой	—	1,0	0,8	1,0	0,9	—	0,8	0,6	1,5	1,0	—	1,0	0,9	1,4	1,1	1,2	0,7	1,0	1,0	0,7	1,3	1,0	
Энергия дефор- мации теста ($\times 10^{-4}$) Дж, W	—	289	139	185	204	—	303	157	171	210	—	279	142	157	193	260	177	198	212	203	170	187	
Объемный выход хлеба, см ³	960	1120	780	700	890	970	1120	850	680	905	960	1110	825	700	899	1110	845	720	892	870	710	790	
Общая хлебопе- карная оценка, балл	3,6	4,0	3,3	3,2	3,6	3,5	4,1	3,7	3,3	3,7	3,9	3,9	3,5	3,3	3,7	4,1	3,8	3,6	3,8	4,0	3,3	3,7	

сорт Московская 39 поддавался управлению. Под влиянием всех доз азотных удобрений содержание клейковины в зерне существенно увеличивалось и или приближалось к 23%, или превышало этот уровень. Дробное внесение азотных удобрений как в дозе N_{90} , так и N_{135} в условиях этого года оказалось неэффективным.

В годы исследований, за исключением 2003, зерно всех сортов отличалось очень низкой активностью α -амилазы. Число падения было свыше 400 с. В 2003 г. в связи с избыточным увлажнением и поздней уборкой наблюдалось прорастание зерна в колосе, что способствовало резкому увеличению активности α -амилазы (число падения составило 61 с). Такое зерно не отвечало требованиям продовольственного, поэтому оценку его технологических свойств не проводили. Изучение структурно-механических свойств теста и хлебопекарную оценку муки проводили в вариантах, оптимальных по урожайности (см. табл. 3).

Реологические свойства теста из пшеницы, выращенной в условиях ЦРНЗ, имели некоторые особенности. У всех изучаемых сортов были хорошие характеристики максимально избыточного давления, формы кривой и степени разжижения. По этим показателям все сорта даже в неблагоприятные годы отвечали требованиям или улучшителя, или ценной пшеницы, или филлера.

Валориметрическая оценка и энергия деформации теста очень сильно варьировали в зависимости от погодных условий. У сорта Полесская безостая размах колебаний составил соответственно 25-44 е.в. и 124-181 ($\times 10^{-4}$) Дж; у Московской 39 — 37-72 е.в. и 163-296 ($\times 10^{-4}$) Дж; у Памяти Федина — 32-56 е.в. и 162-282 ($\times 10^{-4}$) Дж; и у Инны — 33-54 е.в. и 142-303 ($\times 10^{-4}$) Дж.

Самые хорошие характеристики свойств теста были в сухом 2002 г., самые плохие — в избыточно увлаж-

ненным 2005 г. Исключение составил сорт Полесская безостая. У него, наоборот, в 2002 г. в варианте без удобрений были самые низкие показатели структурно-механических свойств теста. По валориметрической оценке (25 е.в.) и энергии деформации (124 ($\times 10^{-4}$) Дж) пшеницу этого сорта можно было отнести только к слабой.

Удобрения значительно меньше, чем погодные условия, влияли на свойства теста. По средним данным за 4 года имелась только тенденция к их улучшению: снижалась степень разжижения теста, увеличивались показатели валориметрической оценки, максимально избыточного давления и энергии деформации теста.

Объемный выход хлеба, так же как и физические характеристики теста, значительно изменялся в зависимости от погодных условий: у сорта Полесская безостая в варианте без удобрений — от 675 до 840 см^3 ; у Московской 39 — от 730 до 1040; у Памяти Федина — от 755 до 1030; у Инны — от 700 до 1120 см^3 .

Одностороннее применение азотных удобрений под культивацию в дозе N_{90} улучшало объемный выход хлеба из муки сорта Полесская безостая на 75 см^3 , Памяти Федина — на 39, Инна — на 15 см^3 . Сорт Московская 39 негативно прореагировал на удобрения и объемный выход хлеба снизился на 21 см^3 .

При совместном применении N_{90} и $P_{60}K_{60}$ наметилась тенденция к снижению этого показателя у всех сортов. Увеличение дозы азотных удобрений до 135 кг/га д.в. на фоне $P_{60}K_{60}$ по сравнению с односторонним применением N_{90} не имело преимуществ. При дробном внесении N_{135} ($N_{45+45+45}$ $P_{60}K_{60}$) наметилась тенденция к незначительному улучшению объемного выхода хлеба.

При оценке «силы» по комплексу показателей выявлены значительные сортовые различия. Самыми лучшими технологическими свойствами обладал сорт Московская 39, самыми худши-

ми — Полесская безостая и Памяти Федина. Однако ни один из изучаемых сортов в условиях ЦРНЗ не реализовал свои потенциальные возможности.

Сорт сильной пшеницы Московская 39 в 2001 и 2002 г. без внесения удобрений по комплексу показателей отвечал требованиям хорошего филлера и только по некоторым показателям — сильной и ценной пшеницы. В 2004 г. по массовой доле клейковины (21,1%) данный сорт не дотянул до требований удовлетворительного филлера, а в избыточно увлажненном в период налива зерна 2005 г. лимитирующими показателями оказались не только массовая доля клейковины (20,3%), но и энергия деформации теста (163 ($\times 10^{-4}$) Дж) и объемный выход хлеба (730 см^3).

Сорт пшеницы Инна только в сухом 2002 г. по большинству показателей отвечал требованиям ценной пшеницы. Лимитирующими показателями были качество клейковины (II группа), валориметрическая оценка (37 е.в.), степень разжижения теста (90 е.ф.). В 2001 г. качеством было на уровне удовлетворительного филлера и только по показателям хлебопекарной оценки — хорошего филлера. В 2004 г. по массовой доле клейковины (16,2%), содержанию белка (9,6%), энергии деформации

теста (139 ($\times 10^{-4}$) Дж) и объемному выходу хлеба (780 см^3), а в 2005 г. только по объемному выходу хлеба (700 см^3) пшеницу этого сорта можно было отнести только к слабым пшеницам.

Ценный сорт Памяти Федина лишь в сухом 2002 г. сформировал зерно, отвечающее требованиям филлера. В остальные годы пшеница была слабой. Лимитирующими показателями для этого сорта являлись массовая доля клейковины (17-20%) и энергия деформации теста (158-171 ($\times 10^{-4}$) Дж).

Нерайонированный сорт Полесская безостая в 2001 г. отвечал требованиям филлера, в остальные годы — только слабой пшеницы.

При внесении азотных удобрений в дозе 135 кг/га в 2004 г. удалось улучшить качество зерна всех сортов до требований филлера, а в избыточно увлажненном 2005 г. — только одного сорта Московская 39. Этот сорт хорошо отзывался и на меньшую дозу N_{90} .

Экономическую оценку изучаемых доз удобрений проводили по следующим показателям: себестоимость 1 т основной продукции, цена реализации, прибыль, уровень рентабельности, окупаемость дополнительных затрат, размер годового экономического эффекта (табл. 4). Определяли

Т а б л и ц а 4

Результаты экономической оценки внесения минеральных удобрений при возделывании сортов озимой пшеницы (в среднем за 2002-2005 гг.)

Вариант	Полесская безостая		Московская 39		Памяти Федина		Инна	
	окупаемость доп. затрат, руб на 1 доп. вложенный руб	годовая экономическая эффективность, руб/га	окупаемость доп. затрат, руб на 1 доп. вложенный руб	годовая экономическая эффективность, руб/га	окупаемость доп. затрат, руб на 1 доп. вложенный руб	годовая экономическая эффективность, руб/га	окупаемость доп. затрат, руб на 1 доп. вложенный руб	годовая экономическая эффективность, руб/га
1 — без удобрений	—	—	—	—	—	—	—	—
2 — $P_{60}K_{60}$	0,26	-1896,33	0,64	-955,67	0,32	-1760,81	-0,17	-3002,70
3 — N_{45}	5,23	6811,36	5,54	7327,22	5,44	6977,97	5,05	6123,39
4 — N_{90}	4,91	10975,37	5,20	11703,38	4,77	10178,06	4,68	9850,95
5 — $N_{45}P_{60}K_{60}$	1,82	3234,30	1,91	3561,87	1,73	2859,71	1,81	3190,14
6 — $N_{90}P_{60}K_{60}$	2,61	8483,13	2,75	9242,36	2,55	8168,31	2,53	7908,69
7 — $N_{45+90}P_{60}K_{60}$	2,19	7488,38	2,16	6998,55	1,97	5787,45	2,09	6528,13
8 — $N_{135}P_{60}K_{60}$	2,53	9408,50	2,73	10917,70	2,42	8593,13	2,49	9061,85

также показатель окупаемости 1 кг азота урожаем зерна (табл. 5).

Расчеты показали, что наибольшая окупаемость дополнительных затрат по всем сортам достигается при одностороннем внесении азота в дозе 45 и 90 кг/га под культивацию. При увеличении дозы азота до 135 кг/га этот показатель снижался почти в 2 ра-

за. Годовой экономический эффект максимален при одностороннем внесении азота в дозе 90 кг/га до посева. При использовании этой дозы по фону $P_{60}K_{60}$ данный показатель снижался на 7,7-8,0% в зависимости от сорта. Вариант с внесением только фосфора и калия по всем сортам оказался убыточным по отношению к контролю.

Таблица 5

Окупаемость азотных удобрений урожаем по годам, кг/кг

Вариант	2001	2002	2003	2004	2005	В среднем
1 — без удобрений	—	—	—	—	—	—
2 — $P_{60}K_{60}$	—	—	—	—	—	—
3 — N_{45}	31,3	49,7	27,7	24,4	23,9	31,4
4 — N_{90}	20,9	27,8	22,2	19,1	31,4	24,3
5 — $N_{45}P_{60}K_{60}$	39,4	43,0	28,5	32,2	28,1	34,2
6 — $N_{90}P_{60}K_{60}$	21,8	29,2	22,4	19,6	31,8	25,0
7 — $N_{45+90}P_{60}K_{60}$	13,5	22,0	16,0	11,1	23,3	17,2
8 — $N_{135}P_{60}K_{60}$	—	24,8	16,3	13,1	23,5	19,4
9 — $N_{30+30+30}P_{60}K_{60}$	—	—	—	17,2	33,9	25,6
10 — $N_{45+45+45}P_{60}K_{60}$	—	—	—	11,7	23,7	17,7

Максимальные показатели окупаемости и годового экономического эффекта обеспечил сорт Московская 39.

Окупаемость 1 кг удобрений урожаем самая высокая была в сухом 2002 г. и составила в среднем по опыту 32,7 кг (см. табл. 5). В избыточно увлажненных 2001 и 2005 гг. этот показатель был 25,4 и 27,4 кг соответственно. В благоприятном 2004 г. урожайность была самая высокая — свыше 6 т/га, а эффективность удобрений самая низкая — 18,5 кг/кг.

Показатели окупаемости азотных удобрений урожаем очень сильно изменялись в зависимости от применяемой дозы. Во все годы исследований самая высокая эффективность удобрений была при внесении азотных удобрений в дозе N_{45} как при одностороннем применении, так и совместно с фосфорными и калийными удобрениями. Показатель окупаемости составил 31,4 и 34,2 кг/кг соответственно. При увеличении дозы до 90 кг этот показатель снижался до 24,3 кг/кг при

одностороннем применении, 25,0 — на фоне $P_{60}K_{60}$, и 25,6 — при дробном внесении. Более низкая окупаемость — 19,4 кг/кг была при внесении азота в дозе N_{135} . Дробное внесение этой дозы способствовало дальнейшему снижению этого показателя.

Показатель окупаемости азотных удобрений урожаем значительно изменялся в зависимости от погодных условий. В избыточно увлажненном 2002 г. наибольшая окупаемость удобрений урожаем была у сорта Лютесценс 33 при $N_{45}P_{60}K_{60}$ — 44,9 кг/кг; в 2002 г. — у сортов Памяти Федина и Московская 39 при одностороннем внесении 45 кг/га азота под культивацию — 59,8 и 52,9 кг/кг соответственно. В 2003 г. сорта Инна и Лютесценс 33 лучше отзывались на одностороннее внесение азотных удобрений в дозе N_{45} , а остальные — на эту же дозу, но на фоне $P_{60}K_{60}$.

В 2004 г. максимальная окупаемость урожаем была в варианте $N_{45}P_{60}K_{60}$, но наблюдались большие сортовые раз-

линия по этому показателю — от 25,7 (сорт Полесская безостая) до 39,4 кг/г (сорт Московская 39).

В 2005 г. у сорта Памяти Федина очень близкие показатели окупаемости были в вариантах $N_{45}P_{60}K_{60}$ и $N_{30+30+30}P_{60}K_{60}$. Все другие сорта хорошо отзывались на дробное внесение азотных удобрений в дозе $N_{30+30+30}$ на фоне $P_{60}K_{60}$.

Выводы

1. Урожайность озимой пшеницы в условиях ЦРНЗ подвержена сильной изменчивости в зависимости от погодных условий. Самая низкая урожайность была в годы с плохими условиями перезимовки в 2001, 2003 и 2005 гг. Без применения удобрений урожайность составила в зависимости от сорта от 0,8 до 3,0 т/га. При применении только азотных удобрений в дозах 45 и 90 кг/га на фоне химических средств защиты растений урожайность увеличивалась соответственно в 2001 г. в 1,6 и 1,8 раза, в 2003 — в 1,7 и 1,8, в 2005 — в 2,2 и 4,1 раза. Однако в эти годы ни один из изученных сортов даже при внесении удобрений не обеспечил запланированной урожайности 5 т/га.

При благоприятных погодных условиях в 2004 г. при возделывании озимой пшеницы по пласту бобово-злаковых трав без дополнительного внесения азотных удобрений была получена урожайность свыше 4 т/га. На почвах, богатых фосфором и калием, применение только азотных удобрений в минимальной дозе N_{45} позволило получить урожайность свыше 5 т/га, а при удвоении дозы азота — свыше 6 т/га. Дальнейшее увеличение дозы азотных удобрений до 135 кг/га в сложившихся условиях года оказалось неэффективным как при одноразовом, так и при дробном внесении. Наиболее эффективными и отзывчивыми на удобрения в среднем за 5 лет были сорта Лютесценс 33 и Полесская безостая. Немного им уступал по урожайности сорт Московская 39. Самым низкоурожайным был сорт Инна.

2. Мукомольные свойства зерна, характеризующиеся такими косвенными показателями, как выравненность, натура, масса 1000 зерен, стекловидность под влиянием удобрений существенно не изменялись. Установлена лишь тенденция к улучшению всех этих показателей, значительная вариация их определялась погодными условиями и наследственными особенностями сортов.

3. Массовая доля клейковины в зависимости от погодных условий в среднем по опыту колебалась от 19,0% (сорт Инна, 2004 г.) до 27,5% (сорт Московская 39, 2002 г.). В сухие 2002 и 2003 годы в период налива зерна при возделывании озимой пшеницы по пласту бобово-злаковых трав без дополнительного внесения азотных удобрений массовая доля клейковины составила в зависимости от сорта соответственно 21,2-27,9 и 23,3-36,4%. В эти годы применение всех изучаемых доз азотных удобрений не оказало положительного влияния на этот показатель.

В годы с избыточным увлажнением (2004 и 2005), в период налива зерна в условиях ЦРНЗ все сорта не обеспечили качественного зерна. Только дробное внесение азотных удобрений в дозе $N_{45+45+45}$ позволило в 2004 г. получить зерно 3-го класса всех изучаемых сортов. В 2005 г. удалось улучшить качество зерна только сильного сорта Московская 39 и довести его до требований 3-го класса. Нерайонированный сорт Полесская безостая и ценные сорта Памяти Федина и Инна в условиях избыточного увлажнения в период налива зерна не сформировали качественное зерно даже при дробном внесении азотных удобрений как при дозе N_{90} , так и N_{135} .

4. Физические характеристики теста определялись в основном сортом и погодными условиями. Удобрения значительно меньше, чем погодные условия влияли на свойства теста. По средним данным за 4 года установлена только тенденция к их улучшению: снижалась степень разжижения теста, увеличивались показатели валориметрической оценки, максимально избыточного давления и энергии деформации теста. Луч-

шими структурно-механическими свойствами теста характеризовался сорт Московская 39, худшими — Полеская безостая.

5. Хлебопекарные свойства муки из зерна озимой пшеницы находились в сильной зависимости от сорта и погодных условий и в меньшей — от условий минерального питания. При выращивании пшеницы без применения удобрений объемный выход хлеба колебался в среднем по опыту от 715 (2005) до 1008 (2002) см³. Применение только азотных удобрений под культивацию в дозе N₉₀ улучшало этот показатель у сорта Полеская безостая на 75 см³, у Памяти Федина — на 39 см³, Инны — на 15 см³. Сорт Московская 39 негативно реагировал на удобрения. При увеличении дозы азотных удобрений до 135 кг/га наметилась лишь тенденция к улучшению объемного выхода хлеба при дробном внесении.

6. При оценке «силы» пшеницы по комплексу показателей выявлены значительные сортовые различия. Самыми лучшими технологическими свойствами обладает сорт Московская 39, худшими — сорта Полеская безостая и Памяти Федина. Однако ни один из изучаемых сортов в условиях ЦРНЗ не реализовал свои потенциальные возможности. В годы с благоприятными погодными условиями в период налива и созревания зерна все сорта отвечали требованиям хорошего или удовлетворительного филлера. В годы с избыточным увлажнением в этот период без применения удобрений все сорта не обеспечили качественного зерна. Лимитирующими показателями были стекловидность, массовая доля клейковины, энергия деформации теста и объемный выход хлеба. С помощью азотных удобрений в дозе N₉₀ удалось улучшить качество зерна только сорта Московская 39. Остальные сорта до требований филлера удалось довести только в 2004 г. при дробном внесении азотных удобрений в дозе 135 кг/га, а в 2005 не помогло и применение этой дозы удобрений.

7. Экономическая эффективность применения минеральных удобрений на-

ходилась в сильной зависимости от погодных условий. Окупаемость 1 кг удобрений урожаем по годам колебалась в среднем по опыту от 18,5 (2004) до 32,7 кг/кг (2002). Показатель окупаемости сильно изменялся также в зависимости от применяемой дозы азотных удобрений. Во все годы исследований этот показатель был самый высокий при одностороннем внесении азотных удобрений в дозе N₄₅ и находился в пределах 24,4 (2004) — 49,7 (2002) кг/кг. При увеличении дозы азотных удобрений с 45 до 90 кг показатель окупаемости в среднем по опыту снижался с 34,2 до 24,3 кг/кг. Самая низкая окупаемость (19,4 кг/кг) была при внесении азота в дозе N₁₃₅.

Наибольшая окупаемость дополнительных затрат по всем сортам была при внесении одних азотных удобрений в дозе 45 и 90 кг д.в. на 1 га под культивацию. При увеличении дозы азота до 135 кг/га этот показатель снижался почти в 2 раза.

Годовой экономический эффект был максимальным при одностороннем внесении азота до посева в дозе N₉₀. Лучшие показатели окупаемости и годового экономического эффекта обеспечивал сорт Московская 39.

8. В условиях ЦРНЗ на дерново-подзолистых среднесуккултурных почвах при достаточной обеспеченности их фосфором и калием можно получить урожайность озимой пшеницы при благоприятных погодных условиях 5-6 т/га, если выращивать ее по пласту многолетних бобовых трав и вносить под культивацию всего лишь 45-90 кг/га азотных удобрений на фоне химических средств защиты растений. Однако для получения в данном регионе качественного зерна, пригодного для хлебопечения без улучшителей, большое внимание необходимо уделять выбору сорта. При дозе азота 90 кг/га только сорта с генетически обусловленными высокими хлебопекарными свойствами обеспечивают независимо от погодных условий получение зерна 3-го класса, отвечающее требованиям хорошего филлера.

Библиографический список

1. Агропромышленный комплекс России в 2007 г. Основные показатели АПК по РФ. М., 2008.
2. Алтухов А. Продовольственная безопасность — важный фактор стабильности России // Экономика сельского хозяйства России, 2008. № 12. С. 13–18.
3. Березовский Е.В. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы интенсивного типа на дерново-подзолистой почве в зависимости от азотных удобрений. Автореф. М., 2009.
4. Бондаренко Г.М. Рынок зерна в 2004 г // Информационный бюллетень, 2005. № 3–4. С. 37–43.
5. Ваулина Г.И., Алиев А.М., Тимофеев О.В., Авдокачев А.В. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от средств химизации и погодных условий. Бюлл. ВИУА, 2003. № 117. С. 145–147.
6. Державин Л.М., Колокольцева И.В., Серегин В.В. Планирование применения ограниченных ресурсов минеральных удобрений (рекомендации). М.: Россельхоз-академия, 2000.
7. Личко Н.М., Коломиец С.Н., Ваулина Г.И. Урожайность и хлебопекарные свойства озимой пшеницы в зависимости от сорта и уровня минерального питания в условиях ЦРНЗ // Известия ТСХА, 2007. Вып. 2. С. 104–112.
8. Торигов В.Е. Урожайность сортов озимой пшеницы Нечерноземья // Зерновые культуры, 2000. №5. С. 10–11.

Рецензент — д. с.-х. н. А.Н. Березкин

SUMMARY

The influence of nitrogenous fertilizers in various dose on both productivity and grain quality of winter wheat grown on sod-podzol soil by perennial leguminous-cereal grasses stratum has been researched. Optimal doses of nitrogenous fertilizers and wheat varieties providing crop capacity of 5–6 tons per hectare and high grain quality are revealed. Experimental results are scientific substantiation of winter wheat cultivation practices improvement on sod-poszol middle developed soils of central region in non-black soil area.

Key words: non-black soil area, wheat variety, agrotechnology, fertilizers, grain, crop capacity, quality, nature, glassiness, fineness (size), uniformity, gluten, dough characteristics, bread.