



УДК 631.82 + 631.445.4 + 551.455.1(571.51)

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В ЗЕРНОПАРПРОПАШНОМ СЕВОБОРОТЕ НА ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ*

*А.М. Берзин
В.А. Полосина
Ю.Н. Синих*

Для обеспечения расширенного воспроизводства плодородия почв и эффективности интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур важно создать наиболее благоприятный круговорот питательных веществ в зональном земледелии.

В условиях обострившейся проблемы воспроизводства почвенного плодородия все большую значимость приобретают вопросы рационального использования минеральных и органических удобрений и, в частности, внедрение сидерации, к несомненным преимуществам которой относится не только экологическая безопасность, но и возможность существенного сокращения энергозатрат, связанных с применением удобрений вообще и навоза - в частности.

В опытах, проведенных нами на выщелоченных черноземах Красноярской лесостепи, установлено, что сидеральный пар по своему действию приравнивается к чистому унавоженному или даже превосходит его. В среднем за 9 лет сидераты, запаханные в середине июля в паровое поле, повышали урожайность яровой пшеницы на 1,9 ц/га (9,4%) по сравнению с неудобренным чистым паром. Тенденция к снижению продуктивности пшеницы по сидеральным парам отмечена лишь в острозасушливые годы с элементами воздушной засухи [1].

Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о том, что эффективность зеленых удобрений возрастает при длительном функционировании сидеральных севооборотов и особенно на фоне применения минеральных удобрений. Преимущество совместного применения органических и минеральных удобрений по сравнению с их раздельным применением отмечает Т.М. Андроновой (1967) на черноземах Канской лесостепи [2]. Только органо-минеральные системы удобрений в зернопарпропашном севообороте: пар - пшеница - пшеница - кукуруза - пшеница - пшеница или ячмень стабилизировали и даже несколько повышали плодородие черноземов Канской лесостепи [3].

В данной статье приводятся результаты исследования влияния минеральной, органической (навоз, сидераты, солома) и органо-минеральных систем удобрений на содержание элементов питания в полях зернопарпропашного севооборота.

Методика

Опыты проводились в учхозе "Миндерлинское" КрасГАУ с 1981 по 1991 г. на тяжелосуглинистом среднегумусном выщелоченном черноземе. Основные агрохимические показатели почвы: содержание гумуса в пахотном слое почвы 8,45 - 8,7%; сумма обменных оснований 49-60,2 мг экв/100 г почвы; гидролитическая кислотность 1,2 - 2,9 мг экв/100 г почвы; рН солевой вытяжки 6,0 - 6,5; содержание P_2O_5 - 17,5 - 22,0 мг/100 г почвы, K_2O - 23 - 24,7 мг/100 г почвы.

В 1981 и 1983 гг. заложены стационарные опыты, предусматривающие следующее чередование во времени культур в шестипольном зернопарпропашном севообороте: пар - яровая пшеница - ячмень - кукуруза - пшеница - овес. Схема опыта включала следующие виды паров (фактор А):

- чистый пар;
- сидеральный ржаной пар;
- сидеральный донниковый пар;
- отавно-сидеральный донниковый пар.

Фактором В в опытах являлась различная система удобрений в севооборотах с чистыми и сидеральными парами:

- контроль (без удобрений);
- минеральная система с внесением за ротацию севооборота $N_{210}P_{270}K_{210}$;
- органическая - с внесением за ротацию 30 т/га навоза, биомассы озимой ржи, биомассы донника и отавы донника;
- органо-минеральная - с внесением органики в пар один раз за ротацию и NPK под все культуры и с внесением органики два раза за ротацию - в пар и под кукурузу и NPK под все культуры.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда науки, грант: 9F0014.

В 1986-м, в год окончания первой ротации севооборотов, на фоне первой закладки опыта (1981 г.) под замыкающую севооборота культуру овес, был проведен подсев сидеральных культур (озимая рожь, донник). При этом вместо варианта с отавно-сидеральным донниковым паром в схему опыта включен вариант с внесением в паровое поле соломы и 20 кг/га азота с целью снижения отрицательных последствий от возможного процесса иммобилизации почвенного азота в ходе разложения соломы.

Сидеральные культуры подсеивали под покров зерновых, озимую рожь с нормой высева 3 млн всхожих зерен на 1 га и донник с нормой высева 20-25 кг/га. Навоз вносили в дозе 30 т/га в поле чистого пара под перепашку на глубину 20-22 см во второй декаде июня. Зеленую массу озимой ржи и донника измельчали КИР-1,5 и запахивали в почву на глубину 20-22 см: озимую рожь - во второй декаде июня, донник - во второй декаде июля, а отаву донника - в первой декаде августа. Перед запашкой озимой ржи вносили азотные удобрения (аммиачная селитра) из расчета N_{20} . Навоз под кукурузу вносили осенью под основную обработку.

Минеральные удобрения под последующие культуры севооборота вносили весной под культивацию и с семенами при посеве. В качестве минеральных удобрений использовали суперфосфат двойной (P - 50%), нитроаммофос (N - 23%, P - 23%), калийную соль (65%), нитрофоску (17,5%).

Дозы внесения удобрений под культуры и агротехника в опыте основаны на рекомендациях для данной зоны.

Годы проведения исследований по количеству осадков и их распределению можно объединить в три группы: засушливые - 1983 -1985, 1987, 1989, 1991; обычные (близкие к среднегодовым значениям) - 1981, 1986, 1988,1990; благоприятный - 1982 г., когда впервые за 20 лет наблюдений метеопостом учхоза зарегистрирована самая большая сумма осадков, выпавших за год - 583 мм.

Анализы на содержание в почве элементов питания проводили: нитратный азот ($N-NO_3$) - до 1986 г. по Грандвальяжу, а с 1996 г. – экспресс-методом, основанном на измерении активности нитрат-иона ионоселективным электродом в солевой суспензии

$0,05\% K_2SO_4$; подвижный фосфор (P_2O_5) и обменный калий (K_2O) - по Ф.В. Чирикову (Е.В. Аринушкина, 1970).

Учет урожая надземной массы сидеральных культур проводили перед запашкой их в почву с пробных площадок площадью $0,25 м^2$ в четырех местах по диагонали делянки, массу корневых остатков сидеральных культур - методом монолита.

Урожай зерна учитывался методом прямого комбайнирования с последующим пересчетом на базисную влажность (14%) и 100%-ную чистоту.

Результаты исследований

Определение удобрительной ценности сидератов показало, что при средней урожайности (1981, 1983 гг.) зеленой массы озимой ржи 114 ц/га и 131 ц/га - донника в почву соответственно возвращается 76 и 149 кг/га азота, 18-23 кг фосфора и 47-81 кг калия. Для сравнения: при запашке в паровое поле 30 т/га навоза с содержанием в нем 0,5% N, 0,24% - P_2O_5 и 0,53% - K_2O в почву поступает 150 кг/га N, 72 кг P_2O_5 и 159 кг/га K_2O .

При использовании на зеленое удобрение бобовой культуры запасы азота, фосфора и калия в накопленном органическом веществе надземной массы в 2, 1,3 и 1,7 раза выше по сравнению со злаковым сидератом. Такое количество азота, фосфора и калия, возвращаемое в почву с надземной массой донника, равнозначно внесению 438 кг аммиачной селитры, 47 кг двойного суперфосфата и 169 кг сульфата калия.

Определение содержания нитратного азота в почве, проведенное в 1981 г. перед запашкой сидеральной массы, показало, что под вегетирующими озимой рожью и донником запасы нитратного азота значительно уступают чистым парам, что свидетельствует о высокой интенсивности процессов нитрификации в почве чистого пара (табл. 1). Этому способствует ряд обстоятельств. Прежде всего - это отсутствие растительности, а также обработки, проведенные в течение весенне-летнего периода, которые поддерживали почву в рыхлом и свободном от сорняков состоянии.

Таблица 1

Содержание нитратного азота (мг $N-NO_3$ /кг почвы) и подвижного фосфора (мг/100 г почвы) в чистых и сидеральных парах в слое почвы 0-20 см (1981 г.)

Вариант	$N-NO_3$		P_2O_5	
	Перед запашкой сидератов	Перед уходом в зиму	Перед запашкой сидератов	Перед уходом в зиму
Чистый неудобренный (контроль)	15,0	7,3	16,0	16,7
Чистый унавоженный	16,5	8,5	18,0	19,1
Сидеральный ржаной	3,7	5,3	17,2	18,9
Сидеральный донниковый	4,2	6,0	18,0	18,4
Отавно-сидеральная донниковая зябь	3,9	4,3	20,2	18,0

В чистых парах содержание нитратного азота в первой декаде июня оценивается как повышенное. Под продуцирующими посевами донника и озимой ржи содержание нитратного азота в слое почвы 0-20 см на 10,8-11,3 мг/кг меньше, чем в чистом пару. Сильную потребность в азоте испытывают в этот период посе- вы озимой ржи.

При понижении температуры и увеличении влажности почвы интенсивность нитрификационных процессов падает. Запасы нитратного азота перед уходом в зиму оцениваются как низкие на всех вариан- тах опыта и лишь на варианте чистого унавоженного пара их можно отнести к средним (8,5 мг/кг).

Что касается подвижного фосфора, то его ко- личество как в чистых, так и в сидеральных парах находится в пределах одного класса обеспеченности, характеризующегося как средняя (от 15 до 20 мг/100 г почвы). В то же время нельзя не заметить пре- имущество органических удобрений, внесенных в па- ровое поле.

На фоне органической системы удобрения, созданной в начале 1-й и 2-й ротаций севооборо- тов, самое высокое содержание нитратного азота (10 мг/кг) к уходу паров в зиму вновь отмечено в варианте с унавоженным чистым паром (табл. 2).

Таблица 2

Содержание элементов питания перед уходом паров в зиму в зависимости от фона предшествующей удобрённости (2-я ротация севооборотов)

Внесено удобрений на 1 га за 1981-1987 гг.	N-NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг / 100 г	K ₂ O, мг/100 г
Без удобрений (контроль)	8,0	9,8	28,8
60 т навоза в пары	10,7	11,7	28,8
То же + N ₂₁₀ P ₂₇₀ K ₂₁₀	9,7	16,0	28,1
90 т навоза + N ₂₁₀ P ₂₇₀ K ₂₁₀	13,0	18,5	27,0
3,9 т отавы донника + 2 т соломы + N ₂₀	9,0	9,7	26,6
3,9 т отавы донника+30 т навоза+2 т соломы + N ₂₃₀ P ₂₇₀ K ₂₁₀	11,2	11,8	32,0
18,2 т надземной массы донника	8,3	13,0	33,7
То же + 30 т навоза + N ₂₁₀ P ₂₇₀ K ₂₁₀	15,0	19,0	35,5
17,2 т надземной массы оз. ржи + N ₄₀	8,7	13,6	25,8
То же + 30 т навоза + N ₂₁₀ P ₂₇₀ K ₂₁₀	9,5	20,5	28,9

Запашка в паровое поле 2 т соломы, 5,3 т зеле- ной массы донника и 4,7 т зеленой массы озимой ржи в начале второй ротации приводила к не- значительному по сравнению с контролем увеличению содержания нитратного азота. Однако эти же органические удобрения, внесенные в паровое поле на фоне органо-минеральной системы удобрения, созданной за годы 1-й ротации севооборотов, существенно повышали содержание нитратного азота в поч- ве. При этом наибольшее его количество было в сево- обороте с сидеральным донниковым паром - 15 мг/кг против 9,7 мг на контроле.

Точно такая же закономерность зафиксирована и по отношению к таким элементам питания, как фос- фор и калий.

Полученные данные свидетельствуют о том, что на фоне органических и органо-минеральных сис- тем удобрения, примененных в годы первой ротации,

создаются более благоприятные условия для накоп- ления питательных веществ к началу второй ротации севооборотов с чистыми и сидеральными парами. При этом применение органо-минеральной системы удо- брения оценивается выше по сравнению с органической системой и тем более с вариантом, где в течение всей первой ротации удобрения не применялись (табл. 3).

Анализ результатов почвенной диагностики по содержанию элементов питания под посевами яро- вой пшеницы по чистым и сидеральным парам под- твердил преимущество органо-минеральной системы удобрений, но только в севооборотах с ржаным и дон-никовым парами. В этих севооборотах посе- вы яровой пшеницы были лучше обеспечены элементами пита- ния в течение всего вегетационного периода по сравнению с севооборотом, в котором в качестве ор- ганического удобрения использовался только навоз (табл. 3 и 4).

Таблица 3

Влияние систем удобрения на содержание N-NO₃ (мг/кг) в слое 0-20 см под посевами пшеницы по чистым и сидеральным парам (1988 г.)

Вариант	Внесено удобрений на 1 га		Всходы	Кущение	Уборка
	за 1-ю ротацию (1981-1986 гг.)	за 1987-88 гг.			
1	Без удобрений (контроль)		36,5	10,0	25,5
2	30 т навоза	30 т навоза	25,0	13,2	22,0
3	12,5 т оз.ржи + N ₂₀	4,7 т оз.ржи + N ₂₀	39,1	10,7	24,0
4	12,9 т донника	5,3 т донника	35,7	12,1	25,0
5	3 т отавы донника	2 т соломы + N ₂₀	31,2	6,0	22,5
6	60 т навоза + N ₂₁₀ P ₂₇₀ K ₂₁₀	30 т навоза + P ₃₀	37,0	6,0	29,5
7	12,5 т оз.ржи+30 т навоза + N ₂₃₀ P ₂₇₀ K ₂₁₀	4,7 т оз.ржи + N ₂₀ + P ₃₀	43,5	13,4	33,8
8	12,9 т донника+30 т навоза + N ₂₁₀ P ₂₇₀ K ₂₁₀	5,3 т донника + P ₃₀	39,7	6,7	29,5
9	30 т отавы донника + 30 т навоза + N ₂₁₀ P ₂₇₀ K ₂₁₀	2 т соломы + N ₂₀ + P ₃₀	39,0	-	22,5

Таблица 4

Влияние систем удобрения на содержание P₂O₅ (мг/100 г) и K₂O (мг/100 г) под посевами пшеницы по чистым и сидеральным парам (1988 г.)

Вариант	Всходы		Кущение		Уборка	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 (контроль)	22,5	11,7	25,2	19,0	31,5	17,1
2	16,7	10,9	26,6	21,7	30,5	19,6
3	22,6	12,8	30,5	18,6	30,5	21,9
4	23,2	13,9	30,7	14,3	25,5	19,9
5	22,0	11,7	34,3	11,9	26,7	22,9
6	21,0	16,6	33,7	11,5	30,5	22,5
7	23,5	15,3	34,4	10,8	30,0	21,1
8	27,0	21,8	38,8	13,6	31,5	18,2
9	21,0	16,6	-	-	26,2	18,2

Внесение в паровое поле 20 кг/га азота совместно с соломой преследовало цель снижения отрицательных последствий от возможного процесса иммобилизации почвенного азота в ходе разложения соломы. Если судить по содержанию нитратного азота в пахотном слое, то в период всходов и перед уборкой этот вариант существенно не отличался от контроля и, как во всех вариантах опыта, обеспеченность растений пшеницы азотом находится выше оптимальных значений (более 30 мг/кг почвы). Но в период кущения пшеницы в варианте с использованием соломы отмечается снижение содержания нитратного азота в почве до 6 мг/кг почвы, что свидетельствует о сильной потребности растений пшеницы в азоте (Е.С. Кускова, 1971). До критического уровня упало содержание нит-

ратного азота в почве (6,0-6,7 мг/кг) и в вариантах с унавоженным чистым паром, а также с сидеральным донниковым паром. При этом в обоих случаях речь идет о 3-кратном (за 8 лет) внесении в почву органических удобрений. В условиях несколько лучшего увлажнения пахотного слоя на этих вариантах в период всходов и кущения вероятней всего мы имеем дело с более высоким выносом азота из почвы более развитыми растениями пшеницы.

Анализ образцов надземной части яровой пшеницы в фазу ее кущения на валовое содержание элементов питания показал следующие результаты, %:

- первоначальная влага – 79,5;
- гигроскопическая влага – 10,14;
- общая влага – 81,59;

- азот в естественной влажности – 0,85;
- азот на абсолютно сухое вещество – 4,50;
- фосфор на естественную влажность – 0,06;
- фосфор на абсолютно сухое вещество – 0,39;
- калий на естественную влажность – 0,72;
- калий на абсолютно сухое вещество – 3,80.

Несмотря на то, что по результатам почвенной диагностики мы обнаружили напряженность в обеспечении растений азотом в фазу кущения на трех вариантах, данные о валовом содержании азота в надземной массе пшеницы свидетельствуют об оптимальном уровне обеспеченности растений этим элементом питания. По градации В.В. Церлинга и др. (1983), оптимальный уровень обеспеченности растений зафиксирован и для таких элементов, как фосфор и калий. Но если уровень обеспеченности фосфором в течение всей вегетации не опускался ниже среднего, то содержание подвижного калия в почве в фазу кущения пшеницы снижалось до уровня низкой обеспеченности. При этом так же, как и по азоту, напряженность обнаруживается на фоне органо-минеральных систем удобрения, что мы опять же связываем с более интенсивным выносом этого элемента питания из почвы лучше развитыми растениями.

Оценивая в целом питательный режим по результатам почвенной и растительной диагностики, следует заключить, что растения пшеницы в условиях умеренно влажного вегетационного периода 1988 г. формировали урожай на фоне оптимального уровня питания на всех вариантах опыта. Вместе с тем на общем фоне более благоприятно складывались условия питания в севооборотных звеньях с сидеральными парами.

В годы 1-й ротации севооборотов последствие чистого унавоженного и сидеральных паров на содержание нитратов прослеживается на второй год, особенно в начальный период вегетации ячменя [4]. Однако в годы 2-й ротации, в условиях 1989 г., такое положительное последствие обнаруживается лишь в фазу цветения ячменя, но только в вариантах с сидеральными парами и пара, удобренного соломой (табл. 5).

Следует заметить, что в варианте с запашкой соломы в паровое поле количество нитратов оказывается наименьшим по сравнению с другими вариантами в фазу кущения ячменя, совпадающей с периодом наибольшей нитрификационной деятельности, когда образование нитратов превосходит их вынос из почвы растениями. Вероятно, в этот период мы еще имеем дело с иммобилизацией почвенного азота в процессе продолжающейся минерализации соломы, несмотря на то, что при ее запашке вносилось по 20 кг/га минерального азота.

Наиболее благоприятный режим азотного питания от фазы всходов до цветения ячменя складывался при сочетании внесенных в парах органических удобрений с минеральными удобрениями под зерновые культуры. При этом в фазу всходов преимущество имеет вариант сочетания навоза с минеральными удобрениями, а в последующие два срока (кущение, цветение) наилучшая обеспеченность азотом отмечается в варианте с запашкой фитомассы донника в паровое поле и внесением минеральных удобрений под зерновые культуры. В этом отношении сидеральный ржаной пар не уступает унавоженному, а иногда (всходы) даже и превосходит последний.

Что касается динамики азота, то она практически однотипна на всех вариантах опыта. От посева до фазы кущения в пахотном слое идет накопление нитратов, а затем количество их уменьшается вплоть до уборки вследствие поглощения вегетирующими растениями ячменя.

Если оценивать варианты по содержанию нитратного азота в почве с точки зрения обеспеченности им растений ячменя, то следует отметить, что в фазу всходов средняя обеспеченность зафиксирована лишь в одном варианте - запашка в сидеральном пару фитомассы озимой ржи (13,6 мг/кг). В большинстве вариантов, включая контроль, потребность ячменя в азоте классифицируется как слабая. На двух вариантах отмечен самый высокий шестой класс обеспеченности азотом (20-24 мг/кг почвы). При внесении навоза в паровое поле и применении минеральных удобрений под зерновые культуры содержание нитратного азота под посевами ячменя достигало 32,2 мг/кг почвы, а при внесении минеральных удобрений в звено с сидеральным ржаным паром – 22,1 мг/кг почвы. На этих двух, а также в варианте с внесением минеральных удобрений в звено с сидеральным донниковым паром и в последующие два срока наблюдений (кущение, цветение) отмечен самый высокий класс обеспеченности азотом. Высокая обеспеченность азотом характерна для всех вариантов опыта в фазу кущения ячменя. Очень сильная потребность в азоте обнаружена только перед уборкой ячменя.

Различные виды пара не оказывали существенного влияния (последствия) на содержание в почве и обеспеченность растений ячменя подвижным фосфором и обменным калием (табл. 6). За некоторым исключением не обнаружено существенного влияния на содержание этих элементов питания и от внесения минеральных удобрений под посевы ячменя.

Во все сроки наблюдений и на всех вариантах опыта обеспеченность растений доступным фосфором находилась в пределах средней и выше средней.

Динамика содержания нитратного азота под посевами ячменя
в слое 0-20 см (мг/кг почвы) в зависимости от систем удобрения (1989 г.)

Вид пара	Внесено удобрений на 1 га в звене: пар-пшеница-ячмень	Сроки определения			
		Всходы (6.VI)	Кущение (27.VI)	Цветение (18.VII)	Уборка (7.IX)
Чистый	Без удобрений (контроль)	15,5	30,5	9,0	5,8
	2 т соломы + N ₂₀	16,0	22,0	14,2	3,1
	30 т навоза	15,7	30,5	8,2	3,2
	30 т навоза + P ₃₀ + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	32,2	39,5	22,0	3,5
Сидеральный	4,7 т зеленой массы оз. ржи + N ₂₀	13,6	30,0	11,0	3,1
	То же + P ₃₀ + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	22,1	39,8	22,0	4,4
	5,3 т зеленой массы + 5,4 донника	16,5	30,5	12,7	2,8
	То же + P ₃₀ + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	19,5	45,2	49,7	3,1

Таблица 6

Динамика P₂O₅ и K₂O под посевами ячменя в слое 0-20 см (мг/100 г почвы) в зависимости
от систем удобрения в севооборотах с чистыми и сидеральными парами (1989 г.)

Внесено удобрений на 1 га в звене: пар-пшеница-ячмень	Элементы питания	Всходы	Кущение	Цветение	Уборка
Без удобрений (контроль)	P ₂ O ₅	32,7	31,2	30,2	31,5
	K ₂ O	18,1	20,5	16,7	19,4
2 т соломы + N ₂₀	P ₂ O ₅	30,0	25,7	26,7	28,7
	K ₂ O	19,7	17,3	16,0	16,9
30 т навоза	P ₂ O ₅	36,7	30,5	31,5	30,5
	K ₂ O	28,8	23,3	12,3	15,3
30 т навоза + P ₃₀ + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	P ₂ O ₅	34,2	26,5	30,5	30,2
	K ₂ O	17,1	21,8	13,9	13,6
4,7 т зеленой массы оз. ржи + N ₂₀	P ₂ O ₅	31,5	27,5	30,2	25,7
	K ₂ O	18,5	18,0	13,9	16,0
То же + P ₃₀ + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	P ₂ O ₅	31,1	28,3	30,5	30,2
	K ₂ O	16,5	19,7	16,0	16,5
5,3 т зеленой массы донника	P ₂ O ₅	27,7	26,0	30,5	27,5
	K ₂ O	17,2	19,5	14,9	17,4
То же + P ₃₀ + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	P ₂ O ₅	31,0	30,0	32,7	31,5
	K ₂ O	22,9	23,6	21,5	14,5

Что касается динамики в содержании обменного калия в почве, то снижение его количества отмечается в период от фазы кущения до фазы цветения ячменя, а к уборке, как правило, запасы обменного калия начинают восстанавливаться. В период всходы - кущение обеспеченность обменным калием растений ячменя квалифицируется как средняя, а в цветение и перед уборкой находится в пределах от средней до низкой. Как мы уже отмечали выше, существенных различий между вариантами по содержанию обменного калия не обнаружено. Однако на органо-минеральном фоне несколько выделяется по лучшей обеспеченности калием вариант с сидерацией донни-

ком в сочетании с минеральными удобрениями. Можно отметить и некоторое положительное последствие от внесения навоза, выражающееся в заметном по отношению к контролю увеличении обменного калия в период всходов ячменя.

Преимущество органо-минеральной системы удобрения в годы 1-й ротации севооборотов наблюдалось и перед посевом кукурузы (1986 г.). При этом запашка донника в пар и под кукурузу по своему влиянию на содержание элементов питания оценивается выше по сравнению с двукратным несением навоза - в пар и под кукурузу (табл. 7).

Таблица 7

Влияние систем удобрения на содержание элементов питания в посевах кукурузы (1986 г.)

Вариант	Посев			Уборка		
	N-NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅	K ₂ O
		мг/100 г почвы			мг/100 г почвы	
Чистый пар (контроль)	23,0	16,0	13,2	13,8	15,4	14,5
Чистый пар 30 т навоза	23,5	16,3	14,5	14,7	16,4	17,0
Чистый пар 60 т навоза + NPK	32,0	20,7	23,0	20,2	21,9	22,5
Сидеральный ржаной пар	23,0	19,5	15,5	16,8	18,0	17,5
То же + 30 т навоза + NPK	27,0	23,5	17,5	15,0	21,5	19,0
Сидеральный донниковый пар	24,0	19,5	14,2	15,5	18,5	16,5
То же + 30 т навоза + NPK	41,0	22,1	19,0	16,0	18,7	19,5

Органические удобрения, внесенные в пары, не оказывали последействия на содержание нитратного азота перед посевом кукурузы, но оно было заметным перед ее уборкой.

В отличие от нитратов положительное последействие навоза и сидератов на содержание подвижного фосфора и обменного калия обнаруживается на 3-й год после их внесения не только перед уборкой, но и перед посевом кукурузы.

Последействие органических удобрений, внесенных в паровые поля, было заметным и на 4-й год после их запашки, но только во второй ротации севооборотов, т.е. на фоне их повторного внесения (табл. 8, 9).

Необходимо отметить, что в условиях засушливого 1991 г. содержание нитратного азота в течение всего вегетационного периода было довольно низким по всем вариантам опыта. В фазу всходов растения пшеницы испытывали очень сильную (<5 мг/кг почвы) и сильную (5-10 мг/кг) потребность в азоте. При этом самое низкое содержание азота отмечено на контроле, а самое высокое - на делянках с внесением навоза под предшествующую культуру - кукурузу.

К фазе кущения содержание N-NO₃ в пахотном слое увеличилось, но к фазе цветения оно снизилось и вновь стало возрастать к периоду уборки.

Начиная с фазы кущения стала более заметной тенденция, позволяющая говорить о положительном последействии органических удобрений, внесенных в паровые поля. Так, например, в фазу кущения на контроле содержалось 5,5 мг/кг N-NO₃, а в вариантах с внесением органических удобрений в пары содержание азота увеличивалось до 6,6-7,1 мг/кг почвы. Самое же высокое содержание азота в почве обнаруживалось на фоне органо-минеральных систем удобрения, где за ротацию дважды применялись органические удобрения, а минеральные удобрения вносились под все культуры севооборота. На фоне такой системы удобрения пшеница испытывала наименьший дефицит в азоте в течение всего вегетационного периода.

Отмеченные выше закономерности полностью распространяются и на другой элемент питания - доступный фосфор. Однако в отличие от нитратного азота на всех вариантах опыта почва отличалась высоким содержанием фосфора - от 25,0 мг/100 г на контроле до 35,6 мг в севообороте с сидеральным ржаным паром (табл. 9).

Таблица 8

Содержание N-NO₃ в слое 0-20 см под посевами пшеницы по кукурузе в севооборотах с чистыми и сидеральными парами (мг/кг почвы, 1991 г.)

Севооборот	Внесение удобрений на 1 га за ротацию	Всходы	Кущение	Цветение	Уборка
1	Без удобрений	4,2	5,5	3,6	6,5
	30 т навоза в пар	5,2	8,1	4,4	8,9
	2 т соломы + N ₂₀ в пар	5,1	7,1	5,5	7,9
	60 т навоза + N ₁₅₀ P ₁₈₀ K ₁₅₀	7,2	8,7	5,5	10,2
2	4,7 т надземной массы ржи + N ₂₀	4,6	6,6	4,2	6,9
	То же + 30 т навоза + N ₁₅₀ P ₁₈₀ K ₁₅₀	9,1	10,7	5,9	7,8
3	5,3 т надземной массы донника	4,5	7,1	6,5	6,6
	То же + 30 т навоза + N ₁₅₀ P ₁₈₀ K ₁₅₀	5,4	8,5	7,1	8,9

Примечание: 1- севооборот с чистым паром, 2 - севооборот с сидеральным ржаным паром, 3 - севооборот с сидеральным донниковым паром.

Динамика содержания P_2O_5 и K_2O в слое 0-20 см под посевами пшеницы по кукурузе в севооборотах с чистыми и сидеральными парами (мг/100 г почвы, 1991 г.)

Внесено удобрений на 1 га за 2-ю ротацию	Элементы питания	Всходы	Кущение	Цветение	Уборка
Без удобрений (контроль)	P_2O_5	25,0	26,3	22,8	23,7
	K_2O	21,8	17,9	20,6	20,6
30 т навоза в пар	P_2O_5	28,0	28,3	27,7	25,0
	K_2O	16,8	15,6	27,4	18,7
2 т соломы + N_{20} в пар	P_2O_5	29,2	29,1	27,2	25,0
	K_2O	21,8	15,6	19,9	15,6
60 т навоза + $N_{150}P_{180}K_{150}$	P_2O_5	34,9	33,0	27,6	27,7
	K_2O	21,8	17,9	24,9	20,0
4,7 т надземной массы ржи + N_{20}	P_2O_5	27,6	28,3	23,4	25,0
	K_2O	18,1	18,1	18,7	22,4
То же + 30 т навоза + $N_{150}P_{180}K_{150}$	P_2O_5	35,6	33,4	25,8	27,7
	K_2O	23,7	19,9	22,5	25,1
5,3 т надземной массы донника	P_2O_5	26,7	28,0	24,0	25,0
	K_2O	18,1	15,6	20,0	14,3
То же + 30 т навоза + $N_{150}P_{180}K_{150}$	P_2O_5	32,1	29,5	28,2	26,4
	K_2O	18,7	17,3	23,1	18,7

Более высокое по сравнению с контролем содержание в почве доступного фосфора на фоне органических и особенно на фоне органо-минеральных систем удобрения характерно для всего вегетационного периода, но если на контроле и на фоне органических систем динамика в содержании фосфора почти отсутствовала, то в вариантах с органо-минеральными системами удобрения содержание фосфора от всходов до уборки существенно уменьшалось.

Обеспеченность растений пшеницы обменным калием в опыте в течение всей вегетации варьировала от средней до высокой. В отличие от нитратного азота и подвижного фосфора четких закономерностей в содержании обменного калия не выявлено.

Приведенные выше фактические экспериментальные материалы позволяют сделать вывод о том, что запашка органических удобрений в паровое поле создает условия для активного функционирования микроорганизмов деструкторов - целлюлозных бактерий и актиномицетов.

Насыщение субстрата легкодоступными водорастворимыми соединениями и азотом повышает биологическую активность почвы не только под первыми, но и под повторными посевами зерновых по унавоженным и сидеральным парам.

Органические удобрения, внесенные в паровое поле в начале 1-й ротации севооборотов, оказывают положительное последствие в течение 3-х лет, а на фоне повторного внесения в начале 2-й ротации - в течение 4-х лет.

Наиболее благоприятный режим питания растений складывался при органо-минеральной системе удобрения. При этом наилучшая обеспеченность азо-

том отмечается в севообороте с донниковым паром. В этом отношении сидеральный ржаной пар не уступает унавоженному, а иногда даже и превосходит последний.

Оценивая влияние различных систем удобрения в севооборотах с чистыми и сидеральными парами на урожайность возделываемых в них культур, ограничимся лишь краткими выводами, заключающимися в следующем.

Внесение навоза в пар повышало урожайность пшеницы в среднем за две закладки опыта на 0,16 т/га, а внесение фосфорного удобрения на фоне навоза увеличивало эту прибавку вдвое - до 0,32 т/га. По своему влиянию на урожайность пшеницы сидеральный донниковый пар не уступал контролю. В обычные по увлажнению годы сидеральный ржаной пар также не уступал контролю, но приводил к снижению урожайности пшеницы в засушливый 1984 г. на 0,15 т/га.

В условиях 3-х засушливых лет (1983, 1985, 1989) органические удобрения, внесенные в пар, не оказывали последствие на урожайность повторных посевов зерновых, но приводили к достоверному повышению урожайности 3-й культуры. В среднем за три года на фоне последствие навоза прибавка урожая зеленой массы кукурузы по отношению к контролю составила 6,5 т/га, на фоне сидерального ржаного пара - 5,6 т/га, а на фоне донникового пара - 10,0 т/га.

Органические удобрения, как правило, повышали эффективность минеральных удобрений, определяя тем самым преимущество органо-минеральных систем удобрения по сравнению с минеральной и органической системами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берзин А.М. Роль зеленого удобрения в повышении продуктивности чернозема выщелоченного и его биоэнергетическая оценка // Земледелие и селекция в Приенисейской Сибири // Сб. науч. тр. / РАСХН, Сиб. отд-ние; Краснояр. НИИСХ. - Красноярск, 1996. - С.175-177.
2. Андропова Т.М. Влияние органических, минеральных удобрений и их смесей на урожай зеленой массы кукурузы и последующих культур //Тр. Краснояр. НИИСХ. - Красноярск, 1967. Т. IV.- С. 32-37.
3. Крупкин П.И., Членова Т.И., Разумовский А.Г. Влияние систем удобрения на урожай и качество продукции в севообороте // Плодородие почв и агротехника сельскохозяйственных культур в Восточной Сибири: // Сб. науч. тр. / РАСХН. Сиб. отд-ние; Краснояр. НИИСХ. - Новосибирск, 1992. - С. 72-82.
4. Чупрова В.В., Евсеева Г.А. Влияние сидератов на азотный режим чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи // Агротехника. – 1990. - № 10. - С. 8-15.



УДК 633.11+631.531+631.525

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЧИВОСТИ ВО ВРЕМЕНИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Н.Г. Ведров

В.В. Келер

В связи с переходом на обеспечение хлебопекарной промышленности Красноярского края собственным зерном, выращенным в местных условиях, перед селекционерами поставлена задача выведения сортов ценной и сильной пшеницы с высокими технологическими показателями.

Высокие хлебопекарные качества яровой пшеницы зависят от ряда технологических показателей, определенных в лабораториях технологической оценки качества на специальных приборах. Оценка физико-химических и хлебопекарных качеств зерна основана на определении прямых и косвенных показателей качества зерна, муки и хлеба.

Показателями качества зерна являются его крупность, форма, стекловидность, натура, количество протеина и клейковины, выход муки, твердозерность и другие.

Качественными показателями муки являются: количество сырой клейковины, показатели альвеограммы (упругость теста в мм, отношение упругости к растяжимости, сила муки в единицах альвеографа), определяемые на специальном приборе альвеографе, и показатели фаринограммы (водопоглотительная способность муки в процентах, время образования теста в минутах, разжижение теста в единицах фаринографа и валориметрическая оценка в процентах), определяемые на фаринографе.

Показатели хлеба определяют методом пробной выпечки с добавлением сахара, при которой устанавливают объем хлеба из 100 г муки в см³, отношение высоты хлеба к его диаметру и дают общую хлебопекарную оценку по комплексу визуальных показателей в баллах по 5-балльной шкале.

На хлебоприемных же предприятиях качество зерна устанавливают по количеству сырой клейковины и ее группе качества, определяемой на приборе ИДК - 4.

Физические свойства зерна, муки и хлеба из сильной пшеницы должны соответствовать следующим показателям: натура зерна (г/л) -750; стекловидность (%) - 60 ; содержание белка (%) -14; сила муки (е.а) - 280; отношение упругости к растяжимости по альвеографу 0,8-2,0; водопоглотительная способность муки (%) - 70-75; время до начала разжижения (мин) - 7,0-10,5; объемный выход хлеба из 100 г муки (см³) - 550.

Целью настоящей работы является установление характера изменчивости технологических качеств четырех сортов яровой пшеницы селекции Красноярского ГАУ во времени в сравнении со стандартом Тулунская 12 и связи отдельных показателей между собой по материалам конкурсного сортоиспытания, проведенных в учхозе «Миндерлинское» в течение 9 - 14 лет. В изучение включены сорта, прошедшие, проходящие или готовящиеся к передаче на государственные испытания: Краса 2, Красноярия, Закат и Радуга. По длине вегетационного периода они относятся к среднеранним - среднеспелым и ежегодно хорошо вызревают в местных условиях наряду со стандартом Тулунская 12. Определение физических свойств зерна муки и хлеба проведено в лаборатории технологической оценки качества Красноярского НИИСХ.

В условиях Восточной Сибири урожай яровой пшеницы и качество ее зерна формируются под влиянием многочисленных факторов, в том числе и стрессовых, и отличаются сильной изменчивостью во времени. В.И. Никитиной (1987), изучавшей коллекцию пшеницы в 1980-1982 гг. в Новосибирске и Краснояр-