

Выводы

На основе разработанных моделей плодородия на серых лесных почвах для яровой пшеницы сорта Ирень необходимо поддерживать содержание подвижного фосфора на уровне 170-200 мг/кг, содержание гумуса – на уровне 5,12-5,83%, величина $pH_{\text{кол}}$ должна быть 5,11-5,43. Такое значение параметров почвенного плодородия на серых лесных почвах можно регулировать известкованием или внесением известково-содержащих мелиорантов, одним из которых является дефекаат – отход сахарного производства. Он содержит до 50% СаО, а также около 15% органического вещества, макро- и микроэлементы, поэтому он действует не только как мелиорант, но и как комплексное органическое удобрение. Его запасы в Алтайском крае огромны, а затраты на внесение и транспортировку окупаются в первый год внесения.

Библиографический список

1. Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н. Информационные региональные модели плодородия почв // Региональные модели плодородия почв как основа совершенствования зональных систем земледелия. – М.: Наука, 1988. – С. 5-12.
 2. Бурлакова Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза. –

Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1984. – 196 с.

3. Трофимов И.Т., Курсакова В.С. Влияние почвенного засоления на химический состав многолетних трав и однолетних кормовых растений // Солонцы Сибири, их свойства, мелиорация, сельскохозяйственное использование. – Новосибирск, 1990. – С. 88-94.

4. Курсакова В.С. Модели плодородия солонцовых почв в агроценозе яровой пшеницы // Вестник АГАУ. – 2012. – № 12 (98). – С. 44-50.

5. Трофимов И.Т., Иванов А.Н., Ступина Л.А. Серые лесные почвы Обь-Чумышского междуречья и повышение их плодородия: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 135 с.

6. Трофимов И.Т., Ступина Л.А., Толстов М.В., Путинцева О.А. Влияние элементов почвенного плодородия на урожайность картофеля // Вестник АГАУ. – 2010. – № 2 (64). – С. 14-18.

7. Пузаченко Ю.Г., Мошкин А.В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях // Итоги науки. Медицинская география. – Вып. 3. – М.: ВИНТИ, 1969. – С. 5-67.

8. Трофимов И.Т., Курсакова В.С. Методические рекомендации по разработке моделей плодородия солонцовых почв. – М.: ВАСХНИЛ, 1987. – 26 с.



УДК 633.14;631.559.2;631.811.1

О.И. Акимова

**ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ
НА УРОЖАЙ ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ**

Ключевые слова: озимая рожь, минеральные удобрения, нитратный азот, метеорологические условия, элементы структуры урожая, урожайность зерна, качество зерна, степная зона, Хакасия, корреляция, дисперсионный анализ.

Введение

Первые попытки внедрения озимых культур в Восточной Сибири были предприняты крестьянами-переселенцами из европейской части России в конце XIX – начале XX вв. В совхозах Хакасии в 1920 г. было посеяно 134,1 десятины озимых культур [1]. В 1941-1945 гг. площади под озимыми в Хакасии увеличились в 2,3 раза, по сравнению с довоенным временем, с целью уменьшения объема работ во время весеннего сева. Тогда как в Сибири в целом площади увеличи-

лись только на 64%. Несоблюдение агротехники, сложные природно-климатические условия часто приводили к гибели посевов и снижению урожайности зерновых в Хакасии. В конце войны площади под озимыми зерновыми сократились [2].

По отчетам Красноярской краевой госкомиссии за 1938-1952 гг. средняя урожайность озимой ржи по Усть-Абаканскому ГСУ составила 20,6 ц/га, Боградскому ГСУ – 18,2-22,0 ц/га. С 50-х годов озимая рожь имела широкое распространение в Хакасии, особенно в Таштыпском, Орджоникидзевском, Боградском районах. В 60-70-е годы возделывание озимой ржи в Хакасии было прекращено из-за низкой урожайности, при отсутствии зимостойких, высокоурожайных сортов и региональной технологии возделывания [3].

С появлением новых сортов интерес аграриев к озимым культурам возрос. В Аскизском племовцесовхозе в сухостепной зоне Хакасии в 1991 г. получен урожай озимой ржи 3,26 т/га. Учеными НИИ аграрных проблем РХ и ГСАС «Хакасская» были разработаны отдельные элементы технологии возделывания озимой ржи [4]. Все это говорит о перспективности озимых зерновых культур в Хакасии. Однако по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Хакасия, в настоящее время площади под озимыми в республике не превышают 1 тыс. га, то есть менее 0,1% от площади пашни, урожайность составляет 1,5-2,0 т/га.

Известно, что урожайность озимых в значительной степени зависит от научно обоснованной системы удобрения. Без внесения минеральных удобрений современные высокоинтенсивные сорта озимых культур не могут проявить в полной мере свои потенциальные возможности в формировании высоких урожаев. Влияние минеральных удобрений на урожайность озимых различно. В опытах А.И. Ивойлова (1994) долевое участие азотных удобрений в формировании прибавки урожая озимой ржи в нормальные по влагообеспеченности годы составило 63%, фосфорных – 11, калийных – 8% [5]. По данным А.В. Петербургского (1979), азоту принадлежит 50% эффекта от применения удобрений [6].

В степной зоне Хакасии на черноземах и каштановых почвах, бедных азотом, внесение азотных удобрений дает устойчивые и сравнительно высокие прибавки урожая сельскохозяйственных культур [7].

Цель исследований – изучение влияния уровня азотного питания на урожай зерна озимой ржи в условиях Хакасии.

Условия

и методика проведения исследований

Исследования проводились на опытных полях ГСАС «Хакасская» в степной зоне Ха-

касии в 2004-2006 гг. Почвенный покров опытного участка представлен малогумусной маломощной легкосуглинистой каштановой почвой. Лабораторные анализы содержания нитратного азота в почве по Грандваль-Ляжу выполнялись ГСАС «Хакасская». Срок посева озимой ржи 17-20 сентября, норма высева – 6 млн зерен на 1 га. Расположение вариантов – рендомизированное, повторность опыта – четырехкратная. Учетная площадь делянок – 25 м². Фосфорно-калийные удобрения вносили под предпосевную обработку почвы, азотные (аммиачная селитра): 1/2 нормы внесения – перед посевом, вторая половина – в начале вегетации весной. Учеты и наблюдения в опыте проводили по общепринятым методикам, статистическую обработку данных – по Б.А. Доспехову (1985) с помощью программы обработки данных полевого опыта FieldExpert vl.3 Pro [8].

Результаты исследований и их обсуждение

По мнению С.И. Новоселова (1998), наибольшая урожайность ржи отмечается при увеличении обеспеченности растений азотным питанием, которое зависит от содержания минерального азота в почве и доз азотного удобрения [9]. В наших исследованиях при внесении азотных удобрений отмечалось увеличение содержания нитратного азота в почве (табл. 1).

Перед закладкой опыта содержание нитратного азота было низким – 3,5-9,1 мг/кг. Внесение азотных удобрений повысило содержание элемента в почве в зависимости от дозы внесения. В конце фазы кущения весной содержание нитратного азота при дозе удобрений N₆₀ повышалось до 17,6-32,8 мг/кг (высокое и очень высокое) в годы исследований, при внесении N₉₀ – до 30,5-40,6 мг/кг (очень высокое). Это обеспечивало оптимальные условия для прохождения IV этапа органогенеза.

Таблица 1

Содержание нитратного азота в почвенном слое 0-40 см под растениями озимой ржи в среднем в годы исследований, мг/кг

Удобрения	Время отбора образцов				
	перед закладкой опыта	кущение весной	выход в трубку	молочная спелость	восковая спелость
Контроль (без удобрений)	5,1	6,7	10,8	9,5	4,7
N ₃₀ +N ₃₀	5,4	28,1	36,8	26,9	5,4
N ₄₅ +N ₄₅	6,0	37,2	46,3	33,2	12,9
P ₆₀ K ₉₀	5,0	5,3	12,9	9,1	5,8
N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ +N ₃₀	5,6	26,7	38,5	26,9	6,0
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ +N ₄₅	6,2	36,6	48,2	33,9	19,5
НСП ₀₅	0,16	1,36	1,70	1,15	0,97

В фазу выхода в трубку, когда начинают формироваться показатели озерненности колоса, содержание нитратного азота при внесении азотных удобрений было очень высоким, в вариантах без внесения азота было на уровне средней обеспеченности (10,1-13,4 мг/кг).

К фазе молочной спелости содержание азота снизилось во всех вариантах опыта, однако при внесении азотных удобрений оно было очень высоким и обеспечивало оптимальные условия для формирования элемента продуктивности – массы 1000 шт. зерен. В контроле и в варианте $P_{60}K_{90}$ оно было низким (9,5 и 9,1 мг/кг).

В фазу восковой спелости обеспеченность нитратным азотом была низкой, кроме вариантов с внесением N_{90} , где оно было средним.

На основании статистической обработки опытных данных выявлено, что урожайность зерна озимой ржи в опыте на 23,3% зависела от удобрений и на 74,7% от условий года. Внесение азотных удобрений в дозах N_{60} и N_{90} существенно повышало урожайность (на 0,28-0,47 и 0,44-1,43 т/га). Фосфорно-калийные удобрения не оказали существенного влияния на урожайность. Наибольшая прибавка урожая была получена при внесении полного удобрения $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{90}P_{60}K_{90}$, составив 1,24 и 1,28 т/га, различия между данными вариантами несущественны.

Выявлена положительная корреляция в опыте между урожайностью зерна ржи и содержанием нитратного азота в почве в слое 0-40 см: в фазу кущения ($r = 0,57$, $S_r = \pm 0,14$, $r^2 = 0,32$, $t_r = 4,0$ при $t_{05} = 2,0$), выхода в трубку ($r = 0,63 \pm 0,13$, $r^2 = 0,39$, $t_r = 4,0$ при $t_{05} = 2,0$), молочной спелости ($r = 0,53 \pm 0,15$, $r^2 = 0,28$, $t_r = 4,0$ при $t_{05} = 2,0$).

Рассчитаны уравнения регрессии, позволяющие прогнозировать урожайность зерна ржи по результатам анализов содержания нитратного азота в почве под растениями озимой ржи в фенологические фазы роста и развития (рис.).

Основные элементы структуры урожая озимых формируются в определенные фенологические фазы на разных этапах органогенеза и определяются условиями возделывания, особенно велика роль азотных удобрений [10].

В наших исследованиях густота продуктивного стеблестоя озимой ржи при внесении минеральных удобрений увеличивалась от 507 до 682 шт/м², в годы исследований вклад фактора «удобрения» в изменчивость признака составил 56,1%. Выявлена средняя корреляционная зависимость между содержанием нитратного азота в слое почвы 0-40 см до фазы колошения и продуктивным стеблестоем озимой ржи

($r = 0,61-0,67 \pm 0,13-0,14$, $r^2 = 0,37-0,45$, $t_r = 4,5-5,2$ при $t_{05} = 2,0$).

Формирование показателей продуктивности колоса озимой ржи зависело от условий периода с конца фазы кущения, когда проходит формирование показателя длины колоса. Вклад фактора «удобрения» в изменчивость длины колоса составил 78,5%. При достаточном обеспечении нитратным азотом на III этапе органогенеза длина колоса возрастала на 1,5 см в варианте N_{90} и на 2,2 и 2,6 см в вариантах $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{90}P_{60}K_{90}$ соответственно ($r = 0,83 \pm 0,09$, $r^2 = 0,69$, $t_r = 8,7$ при $t_{05} = 2,0$).

На основании проведенного дисперсионного анализа выявлено, что определяющее влияние на изменчивость числа развитых колосков в колосе оказали минеральные удобрения (87,4%). Число развитых колосков в колосе зависело от содержания нитратного азота в слое почвы 0-40 см в фазу выхода в трубку ($r = 0,65 \pm 0,13$, $r^2 = 0,42$). Максимальное число развитых колосков в колосе озимой ржи сформировалось при внесении полного минерального удобрения 29,1-29,2 шт.

При внесении минеральных удобрений отмечалась тенденция к увеличению числа зерен в колосе с 24,5 в контроле до 26,2 шт. в варианте $N_{90}P_{60}K_{90}$. Однако на основании дисперсионного анализа двухфакторного комплекса выявлено, что в засушливых условиях степной зоны Хакасии большее влияние на изменчивость числа зерен в колосе оказали метеорологические условия года в период формирования озерненности колоса. Вклад фактора «год исследований» составил 93,3%.

Метеорологические условия периода от начала выколашивания до окончания цветения, когда завершается формирование органов цветка, происходит цветение и оплодотворение, различались в годы исследований. Высокие среднесуточные температуры в период «колошение – цветение» в 2005 и 2006 гг. сократили продолжительность периода до 9 дней против 12 дней в 2004 г. Выявлена корреляционная зависимость между числом зерен в колосе и продолжительностью данного периода ($r = 0,59 \pm 0,14$, $r^2 = 0,35$, $t_r = 4,3$ при $t_{05} = 2,0$). Во время цветения озимой ржи отмечалась высокая среднесуточная температура воздуха: 20,0°C в 2005 г. и 23,2°C в 2006 г. В 2006 г. в третью декаду июня в течение 9 дней максимальный дефицит влажности воздуха колебался от 20 до 40 мб, отмечались низкие запасы влаги в пахотном слое (к концу периода до 4 мм). Все это привело к существенному снижению числа зерен в колосе. Среднее по опыту число зерен в колосе составило в 2004 г. – 29,6 шт., 2005 г. – 25,4, 2006 г. – 22,6 шт.

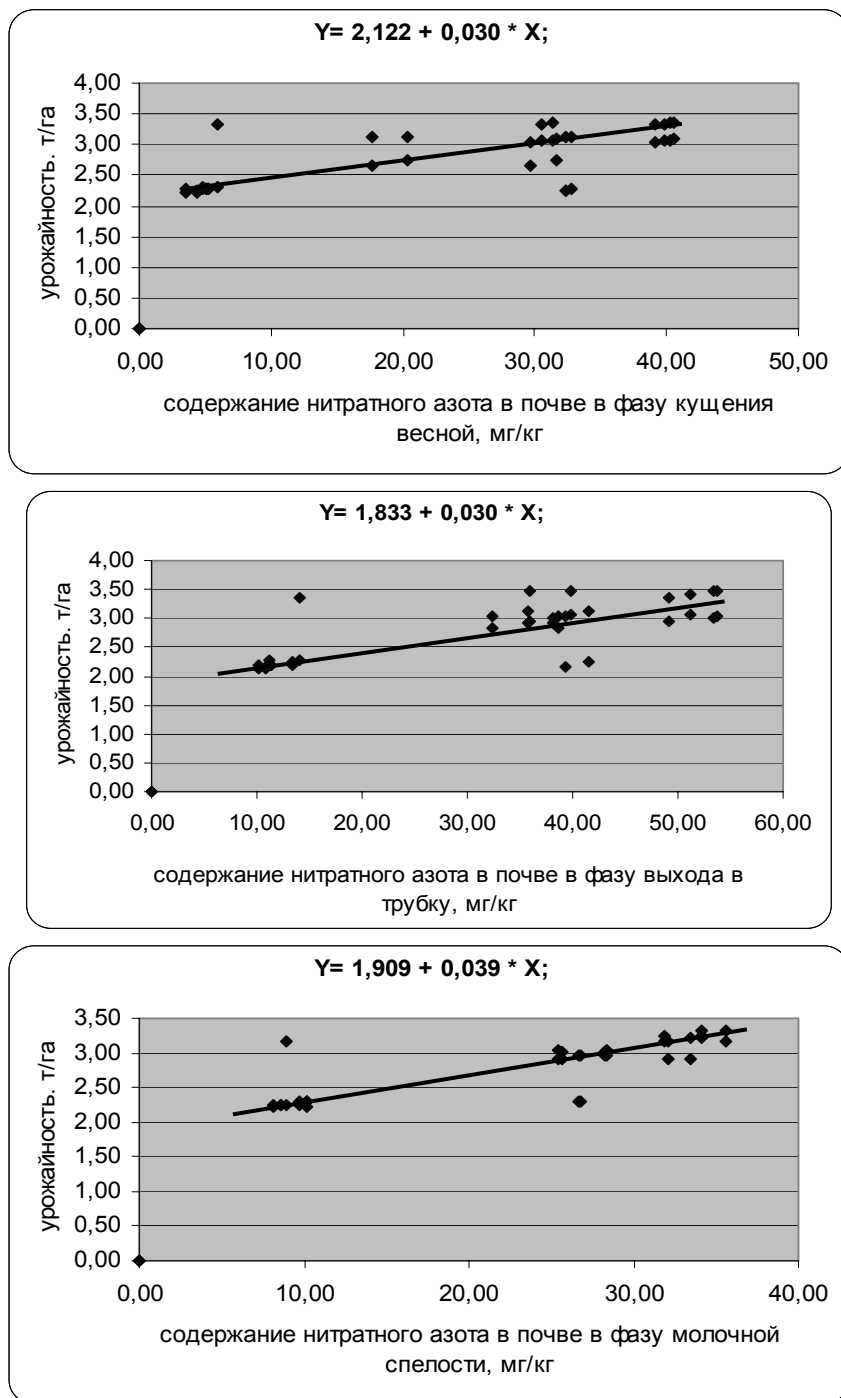


Рис. Зависимость урожайности озимой ржи от содержания нитратного азота в почве в посевах озимой ржи

На X-XI этапах органогенеза, когда формируется масса 1000 шт. зерен, влияние метеорологических условий было также определяющим. Вклад фактора «год» в изменчивость данного показателя составил 92,6%. Температурные условия в фазы цветения и формирования зерна, почвенная и воздушная засуха сокращали продолжительность периода от окончания цветения до восковой спелости в 2005 и 2006 гг. Масса 1000 шт. зерен озимой ржи в контроле составила в 2004 г. 26,3 г, 2005 г. была на 3,5 г меньше, в 2006 г. была минимальной – 21,3 г. Выявлена сильная корреляционная

зависимость между массой 1000 зерен и продолжительностью периода от цветения до восковой спелости, коэффициент корреляции равен $0,85 \pm 0,09$, $r^2 = 0,73$, $t_r = 9,6$ при $t_{05} = 2,0$.

Однако влияние минеральных удобрений на массу 1000 зерен ржи было также существенно. Нами выявлена зависимость между содержанием нитратного азота в почве в фазу молочной спелости, при внесении минеральных удобрений, и массой 1000 шт. зерен озимой ржи ($r = 0,37$, $S_r = \pm 0,16$, $r^2 = 0,13$, $t_r = 2,2$ при $t_{05} = 2,0$).

Внесением минеральных удобрений, повышая урожайность, можно также улучшить качество зерна озимой ржи. Минеральные удобрения существенно влияли на содержание в зерне белка, крахмала и минеральных веществ (табл. 2).

Азотные удобрения (N_{60} и N_{90}) существенно повышали содержание белка на 1,02 и 1,43%, по сравнению с неудобренным фоном. Выявлена средняя корреляционная зависимость между содержанием нитратного азота в почве в фазу молочной спелости и содержанием белка в зерне ($r = 0,54 \pm 0,15$, $r^2 = 0,29$, $t_r = 3,70$ при $t_{05} = 2,0$).

Содержание белка в зерне в значительной степени зависело также от метеорологических условий года, вклад фактора «год» составил 93,8%. Больше азотистых веществ содержалось в зерне ржи в 2005 г. Содержание белка в слабой степени зависело от осадков периода «колошение – восковая спелость», однако определялось температурными условиями периода. При повышении температуры продолжительность периода «колошение – восковая спелость» сокращалась. Выявлена сильная обратная зависимость между продолжительностью данного периода и содержанием белка в зерне ($r = -0,76$, $S_r = \pm 0,11$, $r^2 = 0,58$, $t_r = 6,9$ при $t_{05} = 2,0$).

При улучшении водного режима в период «колошение – восковая спелость» не выявлено зависимости между суммой осадков периода и содержанием в зерне белка и общего азота. Условия повышенного увлажнения, с одной стороны, влияли на подвижность в почве и повышали доступность нитратного азота растениям в степной зоне Хакасии. С другой стороны, в дождливую и прохладную погоду обеспеченность растений световой энергией снижалась, в результате чего замедлялся процесс синтеза белков, который требует большего количества затрат энергии, по сравнению с углеводами.

Азотные удобрения, повышая содержание в зерне озимой ржи белка, снижали на 3,58-3,98% содержание крахмала. Отмечалась отрицательная корреляционная зависимость между накоплением крахмала в зерне к уборке и обеспеченностью нитратным азотом в фазу молочной спелости

($r = -0,58 \pm 0,14$, $r^2 = 0,34$, $t_r = 4,19$ при $t_{05} = 2,0$).

При внесении азотных удобрений существенно повышается содержание общего азота в зерне озимой ржи на 0,20-0,28%. Между содержанием нитратного азота в почве в фазу молочной спелости и общим азотом в зерне ржи выявлена средняя корреляционная зависимость ($r = 0,61 \pm 0,14$, $r^2 = 0,38$, $t_r = 2,7$ при $t_{05} = 2,0$). Содержание фосфора в зерне существенно увеличивалось при внесении N_{60} на 0,07%. Однако большее увеличение содержания фосфора отмечалось при внесении фосфорных удобрений (на 0,08%). Содержание кальция существенно повышалось в вариантах с минеральными удобрениями.

Содержание минеральных веществ в зерне озимой ржи снижалось в годы с большим количеством осадков периода от колошения до восковой спелости, коэффициент корреляции для фосфора – $r = -0,84$, $S_r = \pm 0,09$, $r^2 = 0,71$, $t_r = 9,1$ при $t_{05} = 2,0$, калия – $r = -0,90$, $S_r = \pm 0,07$, $r^2 = 0,81$, $t_r = 11,9$ при $t_{05} = 2,0$ и кальция – $r = -0,91$, $S_r = \pm 0,07$, $r^2 = 0,83$, $t_r = 12,7$ при $t_{05} = 2,0$.

Заключение

Таким образом, урожайность зерна озимой ржи при внесении минеральных удобрений зависела от уровня обеспеченности растений озимой ржи нитратным азотом в различные фазы роста и развития на этапах формирования элементов продуктивности. Выявлена средняя корреляционная зависимость между содержанием нитратного азота в слое почвы 0-40 см в посевах ржи в различные фазы роста и развития растений и урожайностью зерна ($r = 0,53-0,63$). При внесении азотных удобрений N_{60} и N_{90} содержание нитратного азота было «высокое» и «очень высокое», при этом отмечались оптимальные значения показателей структуры урожая. В зависимости от уровня обеспеченности посевов озимой ржи нитратным азотом можно по уравнениям регрессии определить прогнозируемую урожайности зерна (в фазу кущения весной: $y = 2,122 + 0,030x$; выхода в трубку: $y = 1,833 + 0,030x$; молочной спелости: $y = 1,909 + 0,039x$).

Таблица 2

Качество зерна озимой ржи при внесении минеральных удобрений

Удобрения	Белок, %	Крахмал, %	Содержание, %			
			N	P ₂ O	K ₂ O	CaO
Контроль (без удобрений)	14,94	53,16	2,45	0,68	0,65	0,10
N ₆₀	15,96	49,58	2,65	0,73	0,67	0,11
N ₉₀	16,39	49,37	2,72	0,75	0,68	0,11
P ₆₀ K ₉₀	14,99	52,85	2,50	0,81	0,67	0,12
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	15,48	49,27	2,65	0,81	0,68	0,11
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	15,95	49,18	2,71	0,81	0,69	0,11
НСР ₀₅	0,83	0,64	0,18	0,06	0,06	0,01

Азотные удобрения, существенно увеличивая содержание в зерне белка, общего азота, фосфора, калия и кальция, снижали содержание крахмала. Однако содержание белка в зерне определялось метеорологическими условиями года, вклад фактора составил 93,8%. При повышении температуры и сокращения продолжительности периода «колошение – восковая спелость» в зерне увеличивалось содержание белка ($r = -0,76 \pm 0,11$).

Библиографический список

1. Шекшеев А.П. Совхозное строительство в Хакасии (1917 – конец 50-х гг.). – Абакан, 1988. – 166 с.
2. Печерский В.А. Земледелие Хакасии в годы Великой Отечественной войны // Актуальные проблемы новейшей истории Хакасии: сб. науч. ст. – Абакан: Роса, 2001. – С. 22-30.
3. Антонов И.С., Градобоева Н.А. Отдельные малоизвестные агротехнические приемы возделывания озимой пшеницы в условиях Хакасии. – Абакан, 2002. – 12 с.
4. Технология возделывания озимой ржи на зерно и корм в Хакасии: рекомендации / И.С. Антонов, Р.П. Машанов, Н.А. Градобоева, Г.А. Таскина и др.; Россельхозакадемия, Сиб. отд-ние, НИИ аграрных проблем Хакасии. – Абакан, 1992. – 14 с.
5. Ивойлов А.В. Влияние погодных условий на эффективность отдельных видов и сочетаний удобрений под рожь в зоне неустойчивого увлажнения // Агрохимия. – 1994. – № 4. – С. 40-47.
6. Петербургский А.В. Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии. – М.: Наука, 1979. – 168 с.
7. Синягин И.И., Кузнецов Н.Я. Применение удобрений в Сибири. – М.: Колос, 1979. – 373 с.
8. Акимов Д.Н. Программа обработки данных полевого опыта FieldExpert v1.3 Pro. – [Электронный ресурс]. – Приклад. прогр. (728 Кб) / ФГНУ «Государственный координационный центр информационных технологий», Отраслевой фонд алгоритмов и программ, номер ФАП 9455 от 14.11.2007. – 1 электрон. диск (CD-ROM). – Сист. требования: MS Excel 2003 или выше; дисковод CD-ROM; – Загл. с этикетки диска.
9. Новоселов С.И. Азотное питание и продуктивность озимой ржи: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04; Всероссийский НИИ удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова. – М., 1998. – 42 с.
10. Куперман Ф.М. Биология развития культурных растений: учебное пособие / под ред. Ф.М. Куперман. – М.: Высшая школа, 1982. – 343 с.



УДК 633.2/.4:636.085.52



М.М. Хисматов,
В.Б. Троц

ПРОДУКТИВНОСТЬ БИНАРНЫХ ТРАВСТОЕВ КУКУРУЗЫ И МАЛЬВЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМАХ ПОСЕВА РАСТЕНИЙ

Ключевые слова: кукуруза, мальва мелюка, совместный посев, зеленая масса, урожайность, сухое вещество, перевариваемый протеин, кормовая единица.

Введение

Кукуруза – ведущая силосная культура Самарской области, однако её посевы, как правило, монокультурны, в результате по-

лучаемый корм оказывается плохо сбалансированным по перевариваемому протеину дефицит, которого достигает 30-40% [1, 2]. Многие хозяйства решают данную проблему за счет совместного посева кукурузы с относительно новым для региона высокобелковым растением – мальвой мелюка (*Malva meluca Graebn*). При этом чаще всего семена различных видов высеваются в