

УДК 631.82:633.1.004.12(470.4)

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

© 2018 Т.М. Ярошенко, Д.Ю. Журавлев, Н.Ф. Климова

ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов

Статья поступила в редакцию 06.07.2018

Представлены результаты длительных исследований (1969-2016 году) по изучению влияния минеральных удобрений на качество зерна озимой и яровой пшеницы, проса, ячменя и овса в различных гидротермических условиях. Из 20 вариантов применения различных систем удобрений в опыте анализировали содержание белка, сырой клейковины и ИДК на наиболее эффективных вариантах возделывания зерновых культур. В годы проведения исследований – 20 лет были влажными (41,6 %), 20 лет среднезасушливыми (41,6 %) и 8 лет острозасушливыми (16,8 %). По данным результатов в зернопаровом и зерновом севообороте в зоне южных черноземов Поволжья – установлена сильная зависимость качество зерна с условиями увлажнения вегетационного периода и азотными удобрениями. Повышение содержания белка в зерне проса зависело от азотно-фосфорных удобрений, у других изучаемых культур – от азотных. При возделывании озимой пшеницы наилучшие показатели качества зерна выявлены по чистому пару. По сравнению с занятым, содержание белка увеличивалось на 1,1-1,9 %, сырой клейковины – на 2,0-3,4 %. Высокая эффективность дозы $N_{60}P_{40}$ сохранялась при выращивании озимой пшеницы, как по чистому, так и по занятому пару. При этом количество белка в зерне озимой пшеницы, возделываемой по чистым парам, увеличивалось при внесении $N_{60}P_{40}$ как во влажные, так засушливые годы на 1,3-1,9% соответственно. Внесение в острозасушливые годы N_{60-80} обеспечило в зерне яровой пшеницы содержание белка 15,8-16,7%, во влажные годы на этих вариантах содержание показателя снижалось на 2,3-3,8 % до 12,9-13,5%. Применение минеральных удобрений в среднем за годы исследований увеличивало содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы 1,1-1,3% по отношению к контролю. В острозасушливые годы при внесении N_{60} содержание белка в зерне ячменя составило 15,7%, что на 2,4% выше контрольного значения. Увеличение дозы азота и добавление к нему фосфора на белковость зерна не повлияло. Во влажные годы для формирования качественного зерна ячменя дозу азота рекомендуется снизить до N_{40} . Минеральные удобрения в большей степени, чем условия увлажнения вегетационного периода, повлияли на содержание белка в зерне овса, увеличивая его содержание в среднем по опыту на 1,5-1,6% к контролю. Внесение $N_{60}P_{40}$ во все годы исследований увеличивало содержание белка в зерне проса на 1,8% в острозасушливые и на 3,0% во влагообеспеченные.

Ключевые слова: чернозем южный; минеральные удобрения; озимая пшеница; яровая пшеница; просо; ячмень; овес; качество зерна.

Качество зерна тесно связано с биохимическим составом растений и определяется совокупностью действия внутренних факторов – естественных особенностей растений и внешних факторов – состава почвы, климатических условий и совокупности агротехнических мероприятий и прежде всего от доз, видов и форм удобрений, соотношения в них элементов питания, сроков внесения и др.

Удобрения являются ведущим фактором внешней среды, оказывающим влияние на формирование урожая. Улучшение питания способ-

ствует мобилизации физиологических ресурсов растения, благоприятным изменениям биохимического состава и соответственно росту качества окончательной продукции. Поэтому оптимальные дозы удобрений разрабатывают не только на основе прибавок урожайности, но и по их действию на качество продукции.

Однако для каждого сорта существует предел биологических возможностей роста урожайности. Внесение удобрений в количествах, превышающих физиологическую потребность растений, не ведет к дальнейшему увеличению урожайности и сопровождается ухудшением качества продукции. Это связано не только с повышенными дозами удобрений, но и с несбалансированностью элементов минерального питания, неправильным подбором форм макроэлементов, а также применением микроэлементов без учета содержания их в почве и требований культуры. Отсюда следует, что минеральное

Ярошенко Татьяна Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории плодородия почв. E-mail: tania64rys@mail.ru

Журавлев Дмитрий Юрьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории плодородия почв. E-mail: ZhuravlevD14@yandex.ru

Климова Надежда Федоровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории плодородия почв. E-mail: tania64rys@mail.ru

питание растений улучшается при внесении только научно обоснованных доз удобрений.

К настоящему времени накоплен большой фактический материал о том, что во всех почвенно-климатических зонах России минеральные удобрения не только повышают урожай, но и улучшают его качество [1, 2, 12, 13]. При этом отмечалось, что у зерновых культур под действием удобрений (главным образом азотных) в зерне повышается содержание белка. Увеличивается количество сырой клейковины в зерне пшеницы, но ее технологические свойства больше зависят от сортовых особенностей культуры и условий увлажнения в период налива зерна [3, 4, 11].

Для резко выраженного континентального климата степного Поволжья в период формирования урожая зерновых культур характерны колебания режимов увлажнения и среднесуточных температур [5, 10]. Это, безусловно, отражается не только на величине урожая, но и определяет эффективность применяемых удобрений. Данное обстоятельство также не позволяет получить обобщающие результаты о влиянии минеральных удобрений на качество урожая в меняющихся погодных условиях на основании результатов краткосрочных полевых опытов. Это возможно сделать только в длительных стационарных исследованиях.

Цель исследований – на южных черноземах Поволжья на базе длительного стационарного опыта выявить влияние минеральных удобрений на качество зерна озимой пшеницы, яровой пшеницы, проса, ячменя и овса в различных гидротермических условиях.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Длительный стационарный опыт с различными системами минеральных удобрений был заложен в 1969 – 1971 гг. на полях НИИСХ Юго-Востока под руководством доктора с. – х. наук, профессора М.П. Чуб. В 2016 г. на опыте завершилась восьмая ротация шестипольного зернопарового севооборота, который в настоящее время имеет следующую ротацию: пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – просо – ячмень – овес. Опыт расположен на плакорно-равнинном элементе агроландшафта. Почва опытного участка – чернозем южный, малогумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый, среднесмытый. При закладке опыта исходная характеристика почвы была следующей (слой 0–40 см): содержание органического углерода (С) – 2,5%; общего азота – 0,231; валовых форм фосфора – 0,119; общего калия – 1,60%. Обеспеченность растений доступными формами азота – средняя (40–50 мг/кг легкогидролизуемого азота); подвижного фосфора – низкая (10 – 15 мг/кг по Мачигину); обменным калием – высо-

кая (300–350 мг/кг в углеаммонийной вытяжке).

Удобрения в опыте вносятся под основную обработку почвы (кроме азотных подкормок озимой пшеницы). Опыт развернут в пространстве и во времени в трехкратной повторности. Размер делянок – 234 – 305 м², их размещение – рендомизированное.

Проведение опытов и агрохимические анализы осуществляются по общепринятым методикам [7, 8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За 48 лет проведения опытов 20 лет были влажными (41,6 %), 20 лет среднезасушливыми (41,6 %) и 8 лет острозасушливыми (16,8 %). Результаты по годам исследований были объединены в эти три группы. Такое ранжирование позволило установить следующее.

Из представленных в таблице 1 данных следует, что по одинаковым предшественникам на всех изучаемых агрофонах (включая контроль) в засушливые годы белка в зерне озимой пшеницы накапливалось больше, чем во влагообеспеченные. Минеральные удобрения при всех условиях влагообеспеченности оказали положительное влияние на содержание белка.

Анализ результатов показал, что накопление белка в зерне озимой пшеницы на уровне 13,0–14,3% возможно, если расходовалось 2,2–2,9 кг азота на формирование 1 ц зерна с соответствующим количеством побочной продукции.

На протяжении всех лет исследований по содержанию сырой клейковины в зерне озимой пшеницы удобренные варианты превосходили контроль. Самое высокое ее содержание, как во влажные, так и засушливые годы отмечалось на варианте с применением дозы N60P40. Высокая эффективность дозы N60P40 сохранялась при выращивании озимой пшеницы, как по чистому, так и по занятому пару. В целом по опыту предшественник оказывал значительное влияние на показатели качества ее зерна. При выращивании озимой пшеницы без удобрений по чистому пару во влажные годы содержание белка и клейковины было выше аналогичных показателей по занятому пару на 1,8 и 3,2% соответственно. Похожие результаты были получены и в засушливые годы. Применение N60P40 по чистому пару способствовало увеличению содержания сырой клейковины в зерне и стабильно обеспечивало получение урожая зерна озимой пшеницы не ниже 3 класса. Снижение дозы азота в 2 раза не приводило к улучшению товарно-технологических свойств зерновой продукции. Однако минеральные удобрения в дозе N30P40 в среднем за влажные годы опыта обеспечивали более благоприятный питательный режим растений, что приводило к накоплению белка в

зерне на 0,6% больше, чем на контрольном варианте без применения удобрений (табл. 1).

На вариантах с внесением минеральных удобрений содержание белка в зерне яровой пшеницы было выше по сравнению с неудобренным контролем. Больше всего его содержалось в зерне, выращенном с использованием азотных и азотно-фосфорных удобрений. Что касается влияния погодных условий, то в условиях наших стационарных опытов подтвердилось общепризнанное положение о повышенном накоплении белка в засушливых условиях [2, 9].

Повышенное содержание белка в зерне яровой пшеницы в среднем за годы с различной влагообеспеченностью было получено от применения N80. Уменьшение дозы азотных удобрений в опыте до N40 снижало содержание белка и сырой клейковины в зерне яровой пшеницы и приводило к формированию зерна 3 класса. Внесение P40-50 совместно с азотными удобрениями не оказывало значительного влияния на показатели качества зерна яровой пшеницы. В острозасушливых условиях вегетационного периода внесение N80 и N60-80 совместно с P40-50 позволило получить урожай зерна яровой пшеницы 2 класса (табл. 2).

На белковость зерна ячменя сильное влияние оказали условия увлажнения вегетационного периода и азотные удобрения (табл. 3).

Наибольшее количество белка в зерне ячменя 13,3% содержалось в острозасушливые годы. Азотные удобрения в дозе N60 на 2,4% увеличивали содержание белка в зерне ячменя по сравнению с контрольным вариантом без применения удобрений. В средnezасушливые годы более эффективным агроприемом, который обеспечил увеличение содержания белка в зерне ячме-

ня по сравнению с контрольным вариантом на 26,1%, оказалось внесение N80-90. Во влажные годы оптимальным для получения качественного зерна оказалось внесение средней дозы азота N40 в сочетании с фосфором P40, тогда как в острозасушливые годы были эффективны только средние (N40) и повышенные дозы (N60) азотных удобрений.

В наших опытах азотные удобрения и погодные условия также сильно повлияли на содержание белка в зерне овса (табл. 3).

Во влажные годы на контроле белка в зерне овса накапливалось в среднем 9,6%. Внесение N40 повысило его количество всего на 0,4%, N60 – на 1,7%, и лишь при внесении N80-90 содержание белка достигло 13,3%.

В годы с засушливыми условиями вегетационного периода овса существовала обратная связь: чем ниже урожайность культуры, тем выше содержание белка в зерне. На контрольном варианте оно составило в среднем 11,25%. Результативным было применение азотных удобрений. 40 кг/га азота повысило количество белка в зерне на 0,9%, N60 – на 1,3%, а при N80-90 оно достигло 14,2%. Внесение азотно-фосфорных удобрений в среднем, и тем более в острозасушливые годы, было менее эффективным, что связано, видимо, с условиями растворимости последних.

Во влажные годы на контроле белка в зерне овса накапливалось в среднем 9,6%. Внесение N40 повысило его количество всего на 0,4%, N60 – на 1,7%, и лишь при внесении N80-90 содержание белка достигло 13,3%.

В годы с засушливыми условиями вегетационного периода овса существовала обратная связь: чем ниже урожайность культуры, тем

Таблица 1. Качество зерна озимой пшеницы (1969-2016 гг.)

Дозы удобрений	Влажные годы			Засушливые годы		
	Белок, %	Сырая клейковина, %	Класс зерна	Белок, %	Сырая клейковина, %	Класс зерна
По чистому пару						
Контроль (без удобрений)	11,7	21,1	4	13,4	24,2	3
N30P40	12,3	22,2	4	13,5	24,4	3
N60P40	13,0	23,5	3	14,3	25,8	3
Среднее	12,3	22,2	4	13,7	24,8	3
По занятому пару						
Контроль (без удобрений)	9,9	17,9	5	11,7	21,1	4
N30P40	10,4	18,8	4	12,2	22,0	4
N60P40	11,9	21,5	4	12,5	22,6	4
Среднее	10,7	19,4	4	12,1	21,9	4
Среднее по опыту	11,5	20,8	4	12,9	23,3	3

Таблица 2. Качество зерна яровой мягкой пшеницы (1969-2016 гг.)

Дозы удобрений	Влажные годы			Средне- засушливые годы			Острозасушливые годы			Содержание белка по вариантам в среднем, %
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Контроль (без удобрений)	12,1	21,9	4	13,1	23,7	3	14,8	26,7	3	13,3
P40-50	12,6	22,8	4	13,3	24,0	3	14,6	26,4	3	13,5
N40	11,9	21,5	4	13,9	25,1	3	15,4	27,8	3	13,7
N80	13,5	24,4	3	14,5	26,2	3	16,6	30,0	2	14,9
N40P40-50	12,9	23,3	3	14,1	25,5	3	14,6	26,4	3	13,9
N60P40-50	13,2	23,9	3	13,7	24,8	3	15,8	28,6	2	14,2
N80P40-50	12,9	23,3	3	13,9	25,1	3	16,7	30,2	2	14,5
Среднее по опыту	12,7	23,0	3	13,7	24,9	3	15,5	28,0	2	-

Примечание: 1 – белок, %, 2 – сырая клейковина, %, 3 – класс зерна

выше содержание белка в зерне. На контрольном варианте оно составило в среднем 11,25%. Результативным было применение азотных удобрений. 40 кг/га азота повысило количество белка в зерне на 0,9%, N60 – на 1,3%, а при N80–90 оно достигло 14,2%. Внесение азотно-фосфорных удобрений в среднем, и тем более в острозасушливые годы, было менее эффективным, что связано, видимо, с условиями растворимости последних.

Применение минеральных удобрений положительно сказалось на накоплении белка в зерне проса (табл. 4).

На всех удобренных вариантах стационарного опыта на протяжении 48 лет исследований его содержание в зерне проса превосходило неудобренный контроль. Высокую эффективность, как и следовало ожидать, проявили азотные удобрения. По данным Самарского НИИСХ азот в Среднем Заволжье находится в первом мини-

Таблица 3. Содержание белка в зерне ярового ячменя и овса при различном уровне влагообеспеченности и доз удобрений, % на абсолютно сухое вещество (1969-2016 гг.)

Дозы удобрений	Группы лет по уровню влагообеспеченности			Среднее по вариантам	Дозы удобрений	Группы лет по уровню влагообеспеченности			Среднее по вариантам
	1	2	3			1	2	3	
Яровой ячмень					Овес				
Контроль (без удобрений)	10,2	10,7	13,3	11,4	Контроль (без удобрений)	9,6	11,2	12,3	11,2
P40	10,3	10,9	13,1	11,4	N40	10,0	12,1	13,5	12,2
N40	11,1	11,2	15,4	12,5	N60	11,3	12,5	13,6	12,7
N60	11,8	12,4	15,7	13,3	N80-90	13,3	14,3	-	13,8
N80-90	12,1	13,5	-	12,8	N40P40-60	-	13,7	-	13,3
N40P40	13,1	11,4	-	12,2	N60P40	12,2	12,8	-	12,4
N60P40	12,2	12,4	-	12,3	-	-	-	-	-
N80-90P40	12,0	11,7	-	11,8	-	-	-	-	-
Среднее по опыту	11,6	11,7	14,3	-	-	11,2	12,7	13,1	-

Примечание: 1 – влажные годы, 2 – среднезасушливые годы, 3 – острозасушливые годы

Таблица 4. Содержание белка в зерне проса при различном уровне влагообеспеченности и доз удобрений, % на абсолютно сухое вещество (1969-2016 гг.)

Дозы удобрений	Влажные годы	Средне засушливые годы	Острозасушливые годы	Среднее по вариантам
Контроль (без удобрений)	7,2	8,4	9,9	8,5
N40	8,7	10,2	11,4	10,1
P40	7,2	7,7	9,3	8,1
N40-60	8,4	10,9	11,1	10,1
N40P40	9,5	10,2	10,8	10,2
N60P40	10,2	12,1	11,7	11,3
Среднее по группам лет	8,5	9,9	10,7	-

муме [10]. Этот факт объясняет высокую отзывчивость зерновых на внесение, в первую очередь, азотных удобрений.

Так, если внесение N40 увеличивало содержание белка в зерне проса по сравнению с контролем в среднем по опыту на 18,8-20,0%, то от применения N60 это соотношение увеличивалось до 32,9%. Внесение лишь одних фосфорных удобрений в дозе P40 под просо не способствовало увеличению белковости зерна. Как и в случае с остальными культурами севооборота в опыте, на этот показатель качества урожая значительное влияние оказывал уровень влагообеспеченности вегетационного периода. В группе лет с хорошей обеспеченностью вегетирующих растений влагой накопление белка в зерне шло менее интенсивно, чем в средние и острозасушливые годы.

Выводы. Таким образом на качество зерна культур зернопарового севооборота в зоне южных черноземов Поволжья сильное влияние оказывают условия увлажнения вегетационного периода и азотные удобрения. Количество белка в зерне озимой пшеницы, возделываемой по чистым парам, увеличивалось при внесении N60P40 как во влажные, так засушливые годы на 1,3-0,9% соответственно. Внесение в острозасушливые годы N60-80 обеспечило в зерне яровой пшеницы содержание белка 15,8-16,7%, во влажные годы на этих вариантах в зерне яровой пшеницы содержалось в среднем 12,9-13,5% белка. Применение минеральных удобрений в среднем за годы исследований увеличивало содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы 1,1-1,3% по отношению к контролю. В острозасушливые годы при внесении N60 содержание белка в ячмене составило 15,7%, что на 2,4% выше контрольного значения. Увеличение дозы азота и добавление к нему фосфора на белковость зерна не повлияло. Во влажные годы

для формирования качественного зерна ячменя дозу азота рекомендуется снизить до N40. Минеральные удобрения в большей степени, чем условия увлажнения вегетационного периода, повлияли на содержание белка в зерне овса, увеличивая его содержание в среднем по опыту на 1,5-1,6% к контролю. Внесение N60P40 во все годы исследований увеличивало содержание белка в зерне проса на 1,8% в острозасушливые и на 3,0% во влагообеспеченные годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минеев В.Г., Ладонин В.Ф. Химизация земледелия и агроэкология // Вестник с.-х. науки. 1986. № 6. С. 7-10.
2. Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. М., Агропромиздат, 1987. 512 с.
3. Минеев В.Г., Павлов А.Н. Агрехимические основы повышения качества зерна пшеницы. М., Колос, 1981. 288 с.
4. Павлов А.Н. Повышение содержания белка в зерне. М., Наука, 1984. 119 с.
5. Плодородие черноземов засушливого Поволжья и продуктивность полевых культур при длительном применении минеральных удобрений / В.Г. Сычев, В.Г. Лошаков, В.А. Романенков, М.В. Беличенко, М.П. Чуб, В.В. Пронько, Т.М. Ярошенко, Н.Ф. Климова, Д.Ю. Журавлев // Бюллетень Географической сети опытов с удобрениями. Вып. 26. М.: ВНИИА, 2017. 48 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: 5-е изд., перераб. и доп. М., Агропромиздат, 1985. 416 с.
7. Практикум по агрохимии [под ред. В.Г. Минеева]. М., Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
8. Марушев А.И. Качество зерна пшениц Поволжья. Саратов: Приволжское кн. изд., 1973. 146 с.
9. Горянин О.И., Чичкин А.П. Формирование почвенного плодородия под влиянием систем удобрений и технологий возделывания нового поколения в севооборотах Степного Заволжья // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16. № 5(3). С. 1058-1064.
10. Дектярева Г.В. Погода, урожай и качество яровой

- пшеницы. Л.: Гидрометиздат, 1981. 216 с.
12. Латышева И.А. Влияние удобрений и биопрепаратов на урожайность озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Саранск, 2013. 16 с.
13. Плечов Д.В. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пенза, 2016. 20 с.

AGRO-ECOLOGICAL EFFICIENCY OF DIFFERENT MINERAL FERTILIZERS DOZES WHILE CULTIVATING CEREALS IN MIDDLE VOLGA REGION

© 2018 T. M. Yaroshenko, D. Y. Zhuravlev, N. F. Klimova

Federal State Budgetary Scientific Institution Agricultural Research Institute of South-East Region, Saratov

The results of long-term studies (1969-2016) on the effect of mineral fertilizers on the quality of winter and spring wheat, millet, barley and oats in different hydrothermal conditions are presented. Of the 20 variants of the use of different fertilizer systems in the experiment, the content of protein, crude gluten and IDK was analyzed on the most effective options for the cultivation of grain crops. In the years of research-20 years were wet (41.6 %), 20 years of medium dry (41.6 %) and 8 years of acute dry (16.8 %). According to the results of grain-fallow and grain crop rotation in the zone of southern chernozems in the Volga region – established a strong dependence of the quality of the grain with the moisture conditions of the growing season and nitrogen fertilizer. The increase of protein content in millet grain depended on nitrogen-phosphorus fertilizers, in other studied crops – on nitrogen fertilizers. When cultivating winter wheat, the best grain quality indicators were revealed for pure steam. Compared to the employed, the protein content increased by 1.1-1.9 %, crude gluten – 2.0-3.4 %. High efficiency dose N60P40 persisted in the cultivation of winter wheat, as a clean and busy couple. The amount of protein in the grain of winter wheat, cultivated in pure pairs, increased with the introduction of N60 P40 both wet and dry years by 1.3-1.9%, respectively. The introduction of the high-draught years, the N60-80 provided in the spring wheat grain protein content of 15.8 and 16.7%, in wet years for these options, the contents of the index had fallen 2.3% to 3.8% to 12.9 13.5 percent. The use of mineral fertilizers in average over the years of research increased the content of crude gluten in the grain of spring wheat 1,1-1,3% compared to the control. In acute arid years, when making N60 protein content in barley grain was 15.7%, which is 2.4% higher than the control value. Increasing the dose of nitrogen and adding phosphorus to it did not affect the protein content of the grain. In wet years for the formation of high-quality barley grain, the dose of nitrogen is recommended to be reduced to N40. Mineral fertilizers to a greater extent than the conditions of humidification of the vegetation period, influenced the protein content in oat grain, increasing its content on average by experience 1.5-1.6% to control. The introduction of N60P40 in all years of research increased the protein content in millet grain by 1.8% in acutely arid and 3.0% in moisture.

Keywords: southern Chernozem; mineral fertilizers; winter wheat; spring wheat; millet; barley; oats; grain quality.

Tatiana Yaroshenko, PhD, Leading Researcher, Laboratory for Soil Fertility. E-mail: tania64rys@mail.ru

Dmitry Zhuravlev, PhD, Researcher, Laboratory for Soil Fertility. E-mail: ZhuravlevD14@yandex.ru

Nadezhda Klimova, PhD, Senior Researcher, Laboratory for Soil Fertility. E-mail: tania64rys@mail.ru