

УДК / UDC 631

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛИТЕЛЬНОЙ МИНИМАЛИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ
В БИОЛОГИЗИРОВАННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ СТЕПНОЙ ЗОНЫ**
THE EFFECTIVENESS OF LONG-TERM MINIMIZATION OF SOIL CULTIVATION
IN THE STEPPE ZONE

Глинушкин А.П.*, **Кислов А.В.**, доктора сельскохозяйственных наук
Glinushkin A.P., Kislov A.V., Doctors of Agricultural Sciences

Кашеев А.В., **Сычева И.И.**, кандидаты сельскохозяйственных наук
Kascheev A.V., Sycheva I.I., Candidates of Agricultural Sciences

Сударенков Г.В., магистр
Sudarenkov G.V., Graduate student

**Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,
Московская область, Россия**

All Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow Region, Russia

*E-mail: glinale@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты длительных (1988-2012 гг.) стационарных исследований в Оренбургском ГАУ по изучению эффективности 16-ти различных по интенсивности систем обработки чернозема южного, в т.ч. многолетних минимальных рыхлений на 10-12 см и нулевой (прямой посев по стерне) в сравнении с разноглубинной вспашкой. Минимальные обработки (особенно нулевые) уступали по урожайности разноглубинной вспашке в течении первых двух ротаций севооборотов в связи с более высокой засоренностью посевов, низкой биологической активностью нижних горизонтов почвы и минерализацией органических остатков, но имели превосходство по снижению почвенной эрозии и воспроизводству гумуса и в 3-4 ротациях уже почти не уступали по урожайности вспашке при более высокой экономической эффективности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Плотность почвы, биологическая активность, фитосанитарное состояние, разноглубинная вспашка, безотвальное рыхление, минимальные обработки.

Биологизация и ресурсосбережение являются в настоящее время ведущими направлениями инновационного развития земледелия, особенно в степной зоне, где для этого имеются все условия и, прежде всего, хорошие агрофизические свойства черноземов для минимализации их обработки, а так же возможности для успешного применения энергонасыщенных высокопроизводительных машин и орудий и ресурсосберегающих технологий с элементами точного земледелия [1].

Исследования по изучению эффективности различных по интенсивности приемов и систем обработки почвы под отдельные культуры при оставлении соломы и других растительных остатков на поле после уборки в течении четырех ротаций различных видов севооборотов проводились нами в Оренбургском ГАУ на опытном стационаре с 1988 года. Схемы опытов и средняя урожайность зерновых по севооборотам в зависимости от систем обработки почвы приведены в таблицах 1 и 2. Почвы были представлены черноземом южным, тяжелосуглинистым, с содержанием гумуса 4,4%. Опыты закладывали в 3-х кратной повторности во времени и 4-х кратной в пространстве. Площадь делянок составила при обработке 30×120м = 3600м², а с учетом последствия предшествующих обработок, направления которых менялись ежегодно, посевная площадь делянок по вариантам составляла 30×30м = 900м². Учет осуществляли комбайном САМПО-500, а зерновые после учета убирали комбайном с измельчителем соломы, которая ежегодно разбрасывалась на поле. Обработка почвы осуществлялась типовыми рабочими орудиями: плуг ПН-4-35 с отвальными корпусами

и стойками СибИМЭ, плоскорез КПГ-250, чизельный плуг ПЧ-2,5, комбинированный культиватор Смарагд для мелкого рыхления, дисковые бороны БДН-3 и БДН-720 (дискатор), культиваторы КПС-4, ОПО-4,25, сеялки СЗ-3,6, СЗС-2,1, АУП-18, СС-6,0 Бастер, ДМС Примера

Одной из основных задач обработки почвы является оптимизация плотности сложения, от которой зависят воздухоемкость, влагоемкость, водопроницаемость, микробиологическая активность и другие свойства почвы. При минимизации обработки почвы следует учитывать требования культур к плотности почвы, содержание гумуса и способность почвы к разуплотнению за счет набухания коллоидов после весеннего увлажнения и несколько равновесные показатели плотности почвы соответствуют оптимальной для культуры. В процессе многолетних исследований установлены оптимальные и равновесные показатели плотности южного чернозема по горизонтам для основных сельскохозяйственных культур.

При этом равновесная плотность южных черноземов при содержании гумуса около 4% составила по слою 10-20 см - 1,23 и 20-30 см — 1,25 г/см³, что обеспечивало общую пористость 52,4% и даже при увлажненности до величины НВ, когда вода занимает 37,5% объема пахотного слоя, пористость аэрации была равна 14,9%, что вполне достаточно для зерновых, подсолнечника, зернобобовых и недостаточно для кукурузы, у которой почва уплотняется после предпосевных обработок, посева и ухода за посевами[2]. Поэтому кукуруза резко снижает урожайность при мелком рыхлении

Безотвальные способы обработки стойками СибИМЭ, КПГ-250 и ПЧ-2,5 обеспечивают сохранность стерни соответственно — 78,4, 81,8, 70,0%, в результате коэффициент эродированности не превышал 0,4г/м² за 5 минут, а на вспашке был равен 12,9 г/м².

Коэффициент структурности 0-30 см слоя почвы в посевах нута, например, повышался с 4,0 на вспашке до 6,8 при мелком рыхлении на 12-14 см, в пару с 2,2 до 4,1 перед посевом озимых и в посевах ячменя в конце ротации севооборота с 3,0 до 5,7. Повышается коэффициент структурности и при использовании комбинированных посевных агрегатов СЗС-2,1 и АУП-18, по сравнению с отдельным проведением предпосевной культивации, прикатывания и посева сеялкой СЗ-3,6 с 5,1 до 5,4. Приемы обработки, влияя на структурность и сохранность стерни, определяют и устойчивость почвы к дефляции. Так, в посевах ячменя беспашотные обработки снижали эродированность почвы с 84,2 г/м² за 5 минут при вспашке до 75,3, 48,8 и 25,0 г/м² соответственно при глубоком безотвальном и мелком рыхлении, а так же нулевым фоне [2]

Обработка почвы, особенно при оставлении соломы и других растительных остатков в почве, изменяет условия жизни почвенных микроорганизмов, их активность и состав.

Интенсивная деятельность почвенных микроорганизмов и их активность складывается при наличии влаги и аэрации в почве, лучше весной, чем в середине лета, а так же при оставлении органического вещества в виде соломы и других органических остатков [3-6].

Так, в посевах озимой ржи численность сапрофитных бактерий достигала 40,8 млн/г в фазе кущения и 46,0 млн/г в фазе колошения и, соответственно, - 27,0 и 33,1 млн/г при мелком рыхлении, безотвальные фоны занимали промежуточное положение.

Динамика численности грибов на вспашке в слое 0-30 см по фазам развития озимой ржи следующая: кущение — 21,7, колошение — 26,6, молочная спелость — 19,2 тыс/г; при мелком рыхлении, соответственно — 10,3, 14,5 и 12,8 тыс/г; целлюлозоразрушающих бактерий на вспашке — 39,5, 47,3 и 42,7%, и на минимальном фоне — 21,9, 28,2 и 24,2%, азотобактерии — 49,2, 52,4 и 41,7%, на вспашке 30,4, 33,2 и 22,2 на мелком рыхлении [7].

Таблица 1 – Схема обработки почвы и урожайность в 1-2 ротациях севооборотов, т/га

№	Первая ротация севооборота 1988-1997 гг.							Вторая ротация севооборота 1996-2002 гг.				
	Озимая рожь	Яр. пшеница тв.	Яр. пшеница мяг.	Кукуруза (зел. масса)	Яр. пшеница мяг.	Ячмень	Средняя урожайность	Озимая пшеница	Просо	Яр. пшеница	Ячмень	Средняя урожайность
1	В 28-30	В 20-22	В 20-22	В 28-30	В 20-22	В 20-22	1,84	В 28-30	В 25-27	В 20-22	В 20-22	1,64
2	В 28-30	П 20-22	В 20-22	Б 28-30	В 20-22	П 20-22	1,84	В 28-30	Б 25-27	В 20-22	Б 20-22	1,62
3	В 28-30	М 10-12	В 20-22	П 28-30	В 20-22	М 10-12	1,81	В 28-30	П 25-27	В 20-22	М 12-14	1,60
4	В 28-30	Н	В 20-22	Ч 38-40	В 20-22	Н	1,71	В 28-30	М 12-14	В 20-22	Н	1,63
5	Б 28-30	В 20-22	П 20-22	В 28-30	П 20-22	В 20-22	1,83	Б 28-30	В 25-27	Б 20-22	В 20-22	1,55
6	Б 28-30	П 20-22	П 20-22	Б 28-30	П 20-22	П 20-22	1,84	Б 28-30	Б 25-22	Б 20-22	Б 20-22	1,55
7	Б 28-30	М 10-12	П 20-22	П 28-30	П 20-22	М 10-12	1,81	Б 28-30	П 25-27	Б 20-22	М 12-14	1,58
8	Б 28-30	Н	П 20-22	Ч 38-40	П 20-22	Н	1,72	Б 28-30	М 12-14	Б 20-22	Н	1,52
9	П 28-30	В 20-22	П 20-22	В 28-30	М 10-12	В 20-22	1,82	П 28-30	В 25-27	М 10-12	В 20-22	1,55
10	П 28-30	П 20-22	М 10-12	Б 28-30	М 10-12	П 20-22	1,77	П 28-30	Б 25-22	М 10-12	Б 20-22	1,57
11	П 28-30	М 10-12	М 10-12	П 28-30	М 10-12	М 10-12	1,80	П 28-30	П 25-27	М 10-12	М 12-14	1,63
12	П 28-30	Н	М 10-12	Ч 38-40	М 10-12	Н	1,71	П 28-30	М 12-14	М 10-12	Н	1,59
13	М 10-12	В 20-22	Н	В 28-30	Н	В 20-22	1,76	Ч 39-40	В 25-27	Н	В 20-22	1,52
14	М 10-12	П 20-22	Н	Б 28-30	Н	П 20-22	1,74	Ч 39-40	Б 25-22	Н	Б 20-22	1,52
15	М 10-12	М 10-12	Н	П 28-30	Н	М 10-12	1,75	Ч 39-40	П 25-27	Н	М 12-14	1,55
16	М 10-12	Н	Н	Ч 38-40	Н	Н	1,63	Ч 39-40	М 12-14	Н	Н	1,46

Примечание: В – вспашка, Б – безотвальное рыхление стойками СибИМЭ, П – плоскорезное рыхление, Ч – чизельное рыхление, М – мелкое рыхление, Н – нулевая (без обработки).

Таблица 2 – Схема обработки почвы и урожайность в 3-4 ротациях севооборота, т/га

№	Третья ротация севооборота 2001-2007 гг.					Четвертая ротация севооборота 2006-2012 гг.					Средняя урожайность по 4 ротациям, т/га
	Пар – озимая пшеница	Нут	Яровая пшеница твердая	Подсолнечник	Средняя урожайность	Озимая пшеница	Горох	Овес	Гречиха	Средняя урожайность	
1	В 28-30	В 25-27	В 20-22	В 25-27	1,53	В 28-30	В 23-25	В 23-25	В 25-27	1,82	1,71
2	В 28-30	Б 25-27	В 28-30	П 25-27	1,42	В 28-30	Б 23-25	В 23-25	П 25-27	1,93	1,70
3	В 28-30	П 25-27	В 28-30	М 12-14	1,49	В 28-30	М 12-14	В 23-25	М 12-14	1,86	1,69
4	В 28-30	М 12-14	В 28-30	Н	1,43	В 28-30	БДН-3	В 23-25	Д 10-12	1,80	1,64
5	Б 28-30	В 25-27	Б 23-25	В 25-27	1,52	Б 28-30	В 23-25	Б 23-25	В 25-27	1,93	1,68
6	Б 28-30	Б 25-27	Б 23-25	П 25-27	1,52	Б 28-30	Б 23-25	Б 23-25	П 25-27	1,95	1,69
7	Б 28-30	П 25-27	Б 23-25	М 12-14	1,51	Б 28-30	М 12-14	Б 23-25	М 12-14	1,91	1,71
8	Б 28-30	М 12-14	Б 23-25	Н	1,51	М 12-14	БДН-3	Б 23-25	Д 10-12	1,79	1,66
9	М 12-14	В 25-27	М 12-14	В 25-27	1,50	М 12-14	В 23-25	М 12-14	В 25-27	1,79	1,67
10	М 12-14	Б 25-27	М 12-14	П 25-27	1,55	М 12-14	Б 23-25	М 12-14	П 25-27	1,84	1,69
11	М 12-14	П 25-27	М 12-14	М 12-14	1,51	М 12-14	М 12-14	М 12-14	М 12-14	1,81	1,67
12	М 12-14	М 12-14	М 12-14	Н	1,53	М 12-14	БДН-3	М 12-14	Д 10-12	1,63	1,62
13	Нулевая весной ОПО – 8-50 на 8-10 см	В 25-27	Н	В 25-27	1,54	весной БДН-3	В 23-25	Нулевая	В 25-27	1,79	1,66
14	Нулевая весной ОПО – 8-50 на 8-10 см	Б 25-27	Н	П 25-27	1,54	весной БДН-3	Б 23-25	Нулевая	П 25-27	1,85	1,66
15	Нулевая весной ОПО – 8-50 на 8-10 см	П 25-27	Н	М 12-14	1,52	весной БДН-3	М 12-14	Нулевая	М 12-14	1,77	1,65
16	Нулевая весной ОПО – 8-50 на 8-10 см	М 12-14	Н	Н	1,52	весной БДН-3	М 12-14	Нулевая	Д 10-12	1,79	1,58

В посевах твердой пшеницы после озимой ржи самая низкая микробиологическая активность также наблюдалась на нулевой обработке по фону мелкого рыхления в пару.

Таким образом, численность микроорганизмов и их активность определяется количеством органической массы и зависит также от влажности, температуры почв, уменьшаясь от весны к концу лета.

Минимализация обработки почвы с максимальным использованием биологических методов воспроизводства почвенного плодородия за счет ежегодного внесения соломы в сочетании с внесением минеральных удобрений в пару повысила содержание гумуса в конце третьей ротации севооборота через 18 лет до 5,0% на вспашке, 5,2% на многолетней нулевой (16 вариант) и 5,4% при замене нулевых мелкими рыхлениями (11 вариант) по сравнению с исходным уровнем в начале опыта — 4,43%. Приемы обработки по-прежнему не оказывали влияния на обеспеченность почвы доступными минеральными элементами питания, лишь небольшое снижение содержания фосфора в слое 10-20 см отмечено на фонах с многолетними мелкими и нулевыми обработками.

Главным фактором, сдерживающим в большинстве случаев применение минимальной обработки почвы является ухудшение фитосанитарной обстановки. Тщательный уход за паром позволяет очистить верхний слой почвы от малолетних сорняков и на безотвальных фонах низкая численность их сохраняется по крайней мере в паровом звене севооборота, а более высокая засоренность наблюдается на разноглубинной вспашке из-за ежегодного оборачивания наверх обсемененного нового слоя. Количество многолетников увеличивается от вспашки к мелкому рыхлению и нулевой обработке.

В первой ротации севооборота численность сорняков оставалась высокой и, несмотря на двукратное применение гербицидов под кукурузу и после нее в посевах яровой пшеницы, количество малолетников в фазу кущения ячменя в последнем поле севооборота составляло 213 шт/м² на разноглубинной вспашке, 151 шт/м² на мелком рыхлении (11 вариант) и 130 шт/м² на нулевой обработке (16 вариант), а многолетних, соответственно — 1,8, 4,2 и 13,4 шт/м². В конце второй ротации зернопарового севооборота количество многолетних сорняков уменьшалось в последнем поле в посевах ячменя до 0,6 на вспашке, 4,0 — на мелком рыхлении (11 вариант) и 12,0 шт/м² на 16 варианте с применением нулевой обработки и, наконец, в конце 4 ротации севооборота в посевах гречихи насчитывалось весной малолетних сорняков, соответственно, по системам обработки — 13,0, 28,3 и 19,3 шт/м² а многолетних — 3,7, 4,0 и 5,3 шт/м².

Таким образом, по мере освоения севооборотов с чистым паром засоренность посевов в целом снижается даже на минимальных фонах.

В засушливых степных условиях важную роль в эффективности способов обработки почвы играет использование зональных ресурсов увлажнения.

На безотвальных фонах важное значение в пополнении влаги имеет снегозадерживающая роль стерни, по мере увеличения глубины обработки улучшается водопроницаемость почвы, однако весной значительная часть влаги испаряется здесь в связи с высокой глыбистостью пашни. На нулевых фонах идет интенсивное испарение влаги из-за капиллярного поднятия ее к поверхности почвы и вследствие отсутствия на поверхности мульчирующего мелкого слоя почвы, создаваемого покровным боронованием на обработанных полях, и интенсивного прорастания сорняков, поэтому на нулевых фонах посев необходимо проводить комбинированными сеялками в самые ранние сроки при наступлении физической спелости почвы, как было и в нашем опыте. Особую роль имеет правильный уход за парами, чтобы обеспечить достаточную влажность почвы для получения всходов и хорошего осеннего развития озимых.

Исследования показали, что влагосберегающей технологией ухода за парами является проведение всех паровых культиваций на глубину заделки семян 6-8 см, при увеличении глубины до 10-12 см необходимо выпадение осадков не менее 20-25 мм

для увлажнения высушенного слоя. Способствует сохранению влаги и применение гербицидов, но после обязательной первой весенне-летней культивации для уничтожения обильных всходов малолетних сорняков, иссушающих верхний 0-10 см слой почвы до и частично после применения гербицидов.

В первой ротации зернопаропропашного севооборота наибольшая урожайность зерновых культур — 18,4 ц/га в среднем за ротацию получена на разноглубинной вспашке и комбинированной (чередование отвальной и безотвальной обработки), нулевая (16 вариант) снизила среднюю урожайность до 16,3 ц/га, но при замене нулевых обработок мелкими рыхлениями (11 вариант) разница по сравнению с контролем составляла всего 40 т/га (таблица 1). Наибольшее снижение урожайности на нулевой обработке наблюдается у яровой твердой пшеницы после озимой ржи, которая при урожайности 32,7-36,2 ц/га вследствие больших потерь давала с осени на безотвальных фонах обильные всходы. Значительное снижение урожайности яровой пшеницы на нулевом фоне наблюдается так же после кукурузы вследствие сильного уплотнения почвы, разница по сравнению с контролем достигала — 5,1 ц/га.

Обе минимальные обработки по-существу не уступали контролю у яровой пшеницы мягкой после твердой в паровом звене и в посевах ячменя после мягкой пшеницы в пропашном звене при несомненном экономическом эффекте.

Благодаря снижению затрат ГСМ и более высокой производительности за счет сокращения технологических операций себестоимость 1 т зерна при прямом посеве по стерне яровой пшеницы мягкой в паровом звене по сравнению со вспашкой была ниже на 30,2%, при минимальном рыхлении — на 21,4%, затраты труда — на 33,2 и 20,7% и расход ГСМ на 1 га — на 43 и 26%, что обеспечивало получение более высокой прибыли, соответственно — на 1542,7 и 1127,8 руб/га.

Во второй ротации зернопарового севооборота преимущество в урожайности было по-прежнему за разноглубинной вспашкой, разница с нулевой составляла 1,8 ц/га, а 11 вариант с мелким рыхлением уступает всего 10 кг/га - 1,63 т/га против 1,64 т/га в контроле (таблица 1).

В третьей ротации севооборота благодаря ежегодному оставлению соломы и постепенному возрастанию содержания гумуса обе минимальные обработки по-существу обеспечивали одинаковую урожайность со вспашкой: на 1-ом варианте — 15,3 ц/га, 11-м с мелким рыхлением — 15,1 и на 16-ом варианте с нулевой — 15,2 ц/га, при более высоких экономических показателях (таблица 2).

В четвертой ротации по-прежнему сохранялись те же показатели в урожайности: разноглубинная вспашка (контроль) — 18,2 ц/га, мелкое рыхление (11-й вариант) — 18,1 и нулевая (16-й вариант) — 17,9 ц/га (таблица 2)

Таким образом, длительное применение минимальных обработок в сочетании с ежегодным оставлением соломы в поверхностном слое почвы в качестве мульчи при нулевых обработках или смешанном в верхнем слое с почвой при безотвальных рыхлениях на различную глубину доказывает благодаря сближению их по урожайности с разноглубинной вспашкой перспективность ресурсосберегающих технологий. Ресурсосберегающие технологии кроме минимализации основной обработки почвы включали использование комбинированных посевных агрегатов, выполняющих за один проход три-четыре технологические операции, которые на вспашке проводятся отдельно: покровное боронование, предпосевная культивация, посев и прикатывание. При этом полевая всхожесть у нута благодаря сокращению разрыва во времени между предпосевной культивацией и посевом повышалась на 15-20%.

Главным условием перехода к энерго-ресурсосберегающим технологиям является освоение короткоротационных севооборотов с чистым паром и максимальное использование биологических способов воспроизводства органического вещества и гумуса в почве, обеспечивающих хорошие агрофизические свойства почвы.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Казаков Г.И. Экологизация и энергосбережение в земледелии Среднего Поволжья / Г.И. Казаков, В.А. Милюткин / . Самара. 2010. 245 с.
2. Кислов А.В. Биологизация земледелия и ресурсосберегающие технологии в адаптивно-ландшафтных системах степной зоны Южного Урала. Оренбург. Изд.центр ОГАУ. 2012. 268 с.
3. Базалинская М.В. Управление биологической активностью / М.В. Базалинская // Земледелие. - 1990. - № 5- с. 31-37
4. Данилова А.А. Биологические свойства чернозема выщелоченного при минимализации механической обработки: автореферат ... докт. сельскохозяйственных наук / А.А. Данилова — М.; 2007, — 39 с.
5. Кислов А.В. Федюнин С.А. Эффективность длительной минимализации обработки почвы в экологическом земледелии Южного Урала / Технологические и теоретические основы воспроизводства плодородия почв и урожайность сельскохозяйственных культур. Материалы международной научно-практической конференции. М.: Изд. РГАУ-МСХА. - 2012. с.418-427.
6. Кислов А.В. Биологизация и проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия в степной зоне Южного Урала и Поволжья. Оренбург. Изд. Центр ОГАУ. - 2015. 290 с.
7. Кислов А.В. Основные направления минимализации обработки почв и экологизация севооборотов на Южном Урале. / Аграрная наука и образование в условиях становления инновационной экономики. Материалы международной научно-практической конференции. Ч. 1. - 2012. Издательский центр ОГАУ, с. 52-71
8. Дубенок Н.Н. Эффективность возделывания одновидовых и двухкомпонентных смесей бобовых и злаковых культур на корм в степной зоне Южного Урала / Дубенок Н.Н., Мушинский А.А., Несват А.П., Глинушкин А.П. // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 6. С. 44-46.
9. Глинушкин А.П. К вопросу о повышении эффективности методики определения качества семян при производстве яровой мягкой пшеницы / Глинушкин А.П. // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2011. Т. 31. № 4. С. 18-20.
10. Каракулев В.В. Мониторинг болезней озимой пшеницы по мезоформам рельефа степной зоны Южного Урала / Каракулев В.В., Глинушкин А.П., Соловых А.А., Райов А.А. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 3 (41). С. 66-72.
11. Глинушкин А.П. Влияние протравителей на развитие болезней и формирование урожайности в агрофитоценозе яровой пшеницы / Глинушкин А.П., Кудин С.М. // Нива Поволжья. 2010. № 2. С. 11-14.
12. Глинушкин А.П. Мониторинг микозов пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала / Глинушкин А.П., Кошеваров Ю.А., Соловых А.А., Райов А.А., Хилько Л.Н. // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2013. Т. 40. № 1. С. 54-57.
13. Дубенок Н.Н. Эффективность возделывания одновидовых и двухкомпонентных смесей бобовых и злаковых культур на корм в степной зоне Южного Урала / Дубенок Н.Н., Мушинский А.А., Несват А.П., Глинушкин А.П. // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 6. С. 44-46.
14. Глинушкин А.П. Диагностика вирусных симптомов у сортообразцов озимой пшеницы из коллекции ВНИИР / Глинушкин А.П., Белошапкина О.О., Виноградова С.В., Николаев Н.А. // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 2. С. 24-26.