



ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

М. Ю. КАРПУХИН,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета,

Уральский государственный аграрный университет

(620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42),

Л. В. ГРИНЕЦ,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,

Южно-Уральский государственный аграрный университет

(454080, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 75)

Ключевые слова: минеральные удобрения, полевой опыт, почвозащитная система земледелия, ресурсосберегающие технологии, плодородие почвы, урожайность сельскохозяйственных культур, традиционная технология, нулевая технология.

Заложен опыт на Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции. Исследования проводились в двух севооборотах: зернопаровом (пар – пшеница – пшеница – пшеница), плодосменном (горох – пшеница – рапс – пшеница) и на бессменной пшенице. Применялась как традиционная, так и нулевая технология и различные способы удобрений. На 1-й КПП (культуре после пара) зернопарового севооборота достоверную прибавку показал вариант с азотно-фосфорными удобрениями (+3,7 ц/га). На 2 КПП прибавка при нулевой технологии на варианте $N_{30}P_{20}$ была 3,9 ц/га, от применения удобрений 2,6 ц/га. На 3 КПП нулевая технология дает прибавку урожая на удобряемом варианте +2,4 ц/га, на варианте P_{20} +1,3 ц/га, $N_{30}P_{20}$ +3,1 ц/га. Достоверная прибавка от азотно-фосфорных удобрений получена и на традиционной технологии +2,4 ц/га, и на нулевой +3,1 ц/га. На первой культуре плодосменного севооборота – горохе достоверную прибавку дают оба варианта удобрений: +3,7 ц/га P_{20} и +2,1 $N_{30}P_{20}$. На нулевой технологии отмечаются прибавки от применения удобрений: +1,4 ц/га при P_{20} , +1,2 ц/га при $N_{10}P_{20}$. На пшенице, посеянной по гороху – прибавки от азотно-фосфорных удобрений на традиционной (+2,4 ц/га) и на нулевой технологии (+3,6 ц/га). Самая значительная прибавка от использования азотных удобрений получена на рапсе. На традиционной технологии она составила +7,8 ц/га, на нулевой +8,2 ц/га. Все варианты нулевой технологии показали существенную прибавку по сравнению с традиционной: без удобрений +2,0 ц/га, P_{20} +3,0 ц/га, $N_{30}P_{20}$ +3,6 ц/га. Прибавка от удобрений получена на обеих технологиях только от дозы $N_{30}P_{20}$. Бессменный посев пшеницы также показал прибавку на нулевой технологии: +0,6 ц/га, +0,4 и +3,4 ц/га по вариантам опыта. Удобрения положительное влияние оказали только при совместном применении азота и фосфора: +1,8 ц/га (традиционная технология), +4,6 ц/га (нулевая технология).

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY OF CULTURES DEPENDING ON TECHNOLOGY OF CULTIVATION

M. Yu. KARPUKHIN,

candidate of agricultural sciences, associate professor, dean of faculty,

Ural State Agrarian University

(42 K. Liebknehta Str., 620075, Ekaterinburg),

L. V. GRINETS,

candidate of agricultural sciences, associate professor,

South Ural State Agrarian University

(75 Lenina Ave., 454080, Chelyabinsk)

Keywords: mineral fertilizers, field experiment, soil-protective system of agriculture, resource-saving technologies, fertility of the soil, productivity of crops, traditional technology, zero technology.

Experience is put at Karabalykskaya agricultural experimental station. The studies were conducted in two crop rotations: grain-fallow (fallow – wheat – wheat – wheat), crop rotation (peas – wheat – canola – wheat) and continuous wheat. Both conventional and no-till technology and the different ways fertilizers used. At the 1st culture after fallow (CAF) of grain-fallow crop rotation a reliable increase shows variant with the nitrogen-phosphorus fertilizers (+3.7 c/ha). On 2nd CAF increase at zero technology on a variant of $N_{30}P_{20}$ was 3.9 c/ha, with use of fertilizers 2.6 c/ha. On 3rd CAF zero technology gives a yield increase on non-fertilize version +2.4 c/ha, at the variant P_{20} +1.3 c/ha, $N_{30}P_{20}$ +3.1 c/ha. Significant increase from nitrogen-phosphorus fertilizers obtained on traditional technology +2.4 c/ha, and at zero +3.1 c/ha. In the first culture of crop rotation – the peas a reliable increase give both fertilizers: +3.7 c/ha P_{20} and +2.1 $N_{30}P_{20}$. At zero technologies increase from the use of fertilizers marked: an increase of 1.4 c/ha at P_{20} , +1.2 c/ha in $N_{10}P_{20}$. On wheat, sown in peas – gain from nitric-phosphoric fertilizers on traditional (+2.4 c/ha) and no-till technology (+3.6 c/ha). The most significant gain from the use of nitrogen fertilizer is obtained on rape. In the traditional technology it was +7.8 c/ha, at the zero +8.2 c/ha. All the options for no-till showed a significant increase compared with traditional: without fertilizers +2.0 c/ha, P_{20} +3.0 c/ha, $N_{30}P_{20}$ +3.6 c/ha. The increase from the fertilizers obtained for both technologies only from a dose $N_{30}P_{20}$. The permanent sowing of wheat also showed increase on no-till technology: +0.6 c/ha, +0.4 and +3.4 c/ha in variants of experience. Fertilizers positive impact only with the joint application of nitrogen and phosphorus: +1.8 c/ha (traditional technology), +4.6 c/ha (no-till).

Положительная рецензия представлена Г. А. Кунавиным, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Государственного аграрного университета Северного Зауралья.



Многолетнее применение почвозащитной системы земледелия показало, что поле чистого пара является ее слабым звеном, так как приводит к деградации почвы из-за эрозии, ускоренной потери органического вещества и вторичного засоления почвы. Это установлено в исследованиях ученых Канады, США и Казахстана.

В качестве альтернативы традиционному чистому пару сейчас предлагаются варианты химического пара, замены пара на посев кормовых, сидеральных или покровных культур. Одним из радикальных способов ухода от паровой системы земледелия может стать плодосмен, т. е. чередование культур без паров. Уже имеются научные разработки и практические результаты в Канаде и Казахстане. Это направление может стать перспективным во многих районах степи и лесостепи Казахстана, России и Украины.

Мировая тенденция в современном земледелии ориентирована на нулевую обработку почвы (ноу-тил). Во многих странах земледелие без обработки почвы уже ведется на больших площадях. Очевидно, что основное преимущество ноутилов в ресурсосбережении. Однако это не значит, что пары и обработку почвы надо вообще исключить из практики земледелия. Науке предстоит решить вопрос об оптимальных вариантах системы севооборотов и обработки почвы для каждой почвенно-климатической зоны [7, 9].

Перед сельским хозяйством стоит огромная задача не только по наращиванию объемов производства для обеспечения продовольственной безопасности, но и активизации перехода отрасли на новые технологии развития.

Ресурсосберегающие технологии существенно повышают плодородие почвы благодаря более высокому контролю за ветровой и водной эрозией, улучшают способность почвы удерживать воду, увеличивают содержание в ней органических веществ. Оставляемая на полях высокая стерня задерживает и накапливает больше снега, а размельченная и разбросанная солома за счет биологической деструкции улучшает структуру и качество почвы. Эти процессы способствуют накоплению влаги в почве, что является важнейшим фактором устойчивого производства пшеницы в неполивных регионах Казахстана. Данные технологии значительно уменьшают количество операций на обработке почвы (вплоть до нулевого варианта, когда семена высеваются в необработанную почву сеялками прямого посева) и тем самым снижают производственные расходы. Поэтому они хорошо вписываются в низкокзатратную систему земледелия, реализуемую фермерами страны в настоящее время. Кроме того, такие технологии позволяют фермерам своевременно проводить посевную кампанию, от сроков которой существенно зависит урожай зерновых в регионе [6, 8].

www.avu.usaca.ru

Мировой опыт и наши последние исследования говорят о том, что важнейшим условием экологизации земледелия является минимизация почвообработки: замена традиционной обработки почвы технологиями нулевой обработки и прямого посева, оставление всех растительных остатков в виде мульчи на поверхности и т. д.

Опыт заложен на Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции. Почвы опытного участка – чернозем обыкновенный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый. Это зональные почвы первой агроэкологической зоны Костанайской области, отличающиеся наивысшим потенциальным плодородием на Севере Казахстана [1, 5].

Валовое содержание элементов питания в пахотном слое: азот – 0,28–0,32 %, фосфор – 0,11–0,15 %, калий – 1,8–2,0 %, pH водной вытяжки близка к нейтральной – 6,6–7,0.

Эффективное плодородие обыкновенных черноземов характеризуется уровнем обеспеченности подвижными формами элементов питания: нитратного азота, подвижного фосфора, обменного калия. Содержание нитратного азота колеблется от низкого до высокого и зависит от предшественника, обработки почвы и погодных условий. Обеспеченность калием высокая. Лимитирующим фактором в формировании высоких и устойчивых урожаев зерновых культур является низкое содержание подвижного фосфора [1, 2, 4].

Исследования проводились в двух севооборотах: зернопаровом (пар – пшеница – пшеница – пшеница), плодосменном (горох – пшеница – рапс – пшеница) и на бессменной пшенице. На половине площадей каждого поля севооборотов и бессменной пшеницы применялась традиционная технология, на второй половине нулевая технология.

На участках традиционной технологии проводилось закрытие влаги, предпосевная обработка сеялками СЗС-2,1 с культиваторными лапами, посев сеялками СЗС-2,1 с сошниками для сплошного сева, прикатывание посевов и уборка комбайном Енисей-1200 с измельчением и разбрасыванием растительных остатков по поверхности поля.

На участках нулевой технологии закрытие влаги не проводилось, за неделю до посева проведена химическая обработка гербицидом сплошного действия «Стирап» (450 г/л) опрыскивателем ОП-2000, оборудованным комплектом «Радуга», посев сеялками СЗС-2,1 с чугунными анкерными сошниками и уборка комбайном Енисей-1200 с измельчением и разбрасыванием растительных остатков по поверхности поля [3].

Уход за растениями на обеих технологиях проводился однообразно. В фазу кущения на зерновых была проведена химпрополка гербицидом «Меццо» в дозе 10 г/га, в фазу выхода в трубку – обработка

фунгицидом «Дерозал» 0,5 л/га. Посевы рапса и гороха в фазу ветвления обрабатывались гербицидом «Пантера» в дозе 1,25 л/га в баковой смеси с инсектицидом «Карате» 0,15 л/га. В фазу цветения – образования плодов на горохе и рапсе была проведена вторая обработка инсектицидом «Карате» 0,15 л/га.

На обеих технологиях каждого поля севооборотов и бессменной пшеницы были заложены варианты, различающиеся способом удобрения: без удобрений, фосфорные удобрения P₂₀, азотно-фосфорный вариант N₃₀P₂₀ на зерновых, N₅₀P₂₀ на рапсе, N₁₀P₂₀ на горохе.

В качестве фосфорных удобрений использовался двойной суперфосфат, в качестве азотного удобрения – аммиачная селитра. Смешивание удобрений проводилось непосредственно перед посевом. Удобрения вносились сеялкой СЗС-2,1 одновременно с посевом.

Посев проводился с середины до 29–30 мая. Для посева использовались элитные семена следующих сортов: пшеница Лютеценс 32, горох Рамонский 77, рапс Липецкий.

Технология подготовки традиционного пара: четыре мелких плоскорезных обработки на глубину 8–10 см и одна глубокая обработка ПГ-3-5 на 22–25 см в конце лета.

Технология подготовки нулевого пара: две химические обработки гербицидом сплошного действия (глифосатсодержащий препарат – «Раундап», «Сти-рап», «Ураган» и др.), 1-я середина июня – 2 л/га, вторая – в конце июля – 2 л/га.

Отчетные годы были типичными для условий Северного Казахстана: резко континентальный климат, недостаточное количество осадков и неравномерное их распределение по сезонам и месяцам.

Урожайные данные в полях севооборотов и на бессменной пшенице представлены в табл. 1.

В зернопаровом севообороте урожайность пшеницы сорта Лютеценс 32 в зависимости от варианта опыта варьировала от 19,3 до 23,4 ц/га на традиционной технологии и от 20,7 до 26,8 ц/га на нулевой технологии.

На 1-й КПП зернопарового севооборота на традиционной технологии в зависимости от вариан-

Таблица 1
Урожайность культур по технологиям возделывания и вариантам удобрения на полях севооборотов, ц/га

Культура севооборота	Традиционная технология (А)			Нулевая технология (А)			HCP ₀₅	HCP ₀₅ A	HCP ₀₅ B
	Варианты удобрения (В)			Варианты удобрения (В)					
	000	P	NP	000	P	NP			
Зернопаровой севооборот									
1 КПП (культура после пара) пшеница	22,2	23,4	23,1	23,1	24,4	26,8	2,38	1,37	1,68
2 КПП пшеница	22,0	22,6	21,9	23,2	23,2	25,8	2,20	1,27	1,56
3 КПП пшеница	19,3	19,4	21,7	21,7	20,7	24,8	2,27	1,31	1,60
Плососменный севооборот									
1 КС (культура севооборота) горох	20,1	18,8	20,2	21,1	22,5	22,3	2,30	1,33	1,63
2 КС пшеница	21,3	22,2	23,9	21,9	22,3	25,5	1,97	1,14	1,39
3 КС рапс	8,3	8,6	16,1	8,7	8,8	16,9	1,34	0,77	0,95
4 КС пшеница	17,9	18,1	19,3	19,9	21,1	22,9	2,19	1,26	1,55
Бессменный посев									
Пшеница	19,0	19,1	20,8	19,6	19,5	24,2	0,96	0,26	0,32

Table 1
Productivity of cultures on technologies of cultivation and options of fertilizer in fields of crop rotations, c/ha

Rotating crop	Traditional technology (A)			Zero technology (A)			SSD ₀₅	SSD ₀₅ A	SSD ₀₅ B
	Fertilizer options (B)			Fertilizer options (B)					
	000	P	NP	000	P	NP			
Grain-fallow crop rotation									
1 culture after fallow (CAF) wheat	22.2	23.4	23.1	23.1	24.4	26.8	2.38	1.37	1.68
2 CAF wheat	22.0	22.6	21.9	23.2	23.2	25.8	2.20	1.27	1.56
3 CAF wheat	19.3	19.4	21.7	21.7	20.7	24.8	2.27	1.31	1.60
Field crop rotation									
1 rotating crop (RC) peas	20.1	18.8	20.2	21.1	22.5	22.3	2.30	1.33	1.63
2 RC wheat	21.3	22.2	23.9	21.9	22.3	25.5	1.97	1.14	1.39
3 RC colza	8.3	8.6	16.1	8.7	8.8	16.9	1.34	0.77	0.95
4 RC wheat	17.9	18.1	19.3	19.9	21.1	22.9	2.19	1.26	1.55
Permanent crops									
Wheat	19.0	19.1	20.8	19.6	19.5	24.2	0.96	0.26	0.32



та опыта урожайность варьировала в интервале 22,2–23,4 ц/га, на нулевой технологии в интервале 23,1–26,8 ц/га. Отмечается тенденция к росту урожайности на нулевой технологии, но математически доказанную прибавку показывает только вариант с азотно-фосфорными удобрениями +3,7 ц/га (при НСР₀₅ по фактору А 1,37 ц/га) относительно аналогичного варианта традиционной технологии. Этот же вариант нулевой технологии дает достоверную прибавку и от применения удобрений (+3,7 ц/га относительно неудоверяемого варианта нулевой технологии при существенной разности по фактору В 1,68 ц/га).

Аналогичная картина складывается и на 2-й КПП зернопарового севооборота. Прибавка от применения нулевой технологии на варианте N₃₀P₂₀ – 3,9 ц/га при существенной разности 1,27 ц/га, от применения удобрений – 2,6 ц/га при существенной разности 1,56 ц/га. Другие варианты нулевой технологии при тенденции к росту урожайности находятся в пределах ошибки опыта.

На 3-й КПП нулевая технология дает прибавку урожая на не удобряемом варианте +2,4 ц/га, на варианте P₂₀ +1,3 ц/га, на варианте N₃₀P₂₀ +3,1 ц/га при существенной разности по фактору А 1,31 ц/га. Достоверная прибавка от совместного применения азотно-фосфорных удобрений здесь получена и на традиционной технологии +2,4 ц/га, и на нулевой +3,1 ц/га при НСР₀₅ по фактору В 1,6 ц/га.

На первой культуре плодосменного севооборота – горохе достоверную прибавку от применения нулевой технологии показывают оба удобряемые варианта: +3,7 ц/га при P₂₀ и +2,1 ц/га при N₃₀P₂₀. На нулевой технологии отмечаются прибавки от применения удобрений: +1,4 ц/га на варианте P₂₀ и +1,2 ц/га на варианте N₁₀P₂₀. На пшенице, посеянной по гороху, отмечаются достоверные прибавки от применения азотно-фосфорных удобрений: +2,4 ц/га на традиционной технологии и +3,6 ц/га на нулевой технологии. Сказались неблагоприятные условия азотфиксации прошлого года.

Самая значительная прибавка от применения азотных удобрений получена на рапсе. На традиционной технологии она составила +7,8 ц/га, на нулевой технологии +8,2 ц/га. Все варианты нулевой технологии показали существенную прибавку по сравнению с традиционной: без удобрения +2,0 ц/га, P₂₀ +3,0 ц/га, N₃₀P₂₀ +3,6 (НСР₀₅ по фактору А 1,26 ц/га). Прибавка

от удобрений получена на обеих технологиях только от дозы N₃₀P₂₀ (традиционная технология +1,4 ц/га, нулевая +3,0 ц/га).

Бессменный посев пшеницы также показал существенную прибавку нулевой технологии: +0,6 ц/га, +0,4 и +3,4 ц/га по вариантам опыта. Удобрения положительное влияние оказали только при совместном применении азота и фосфора: +1,8 ц/га при традиционной технологии, +4,6 ц/га при нулевой.

Для увеличения эффективности удобрений необходимо значительно снизить отпускные цены на минеральные удобрения, сейчас цена на них слишком велика для сельских товаропроизводителей (каждый килограмм действующего вещества стоит около доллара). В наших условиях может быть актуальным применение только азотных удобрений, для чего нужно предусмотреть дополнительные варианты в схеме опытов.

Исследованиями авторов установлено следующее:

- 1) растительные остатки на поверхности нулевых фонов способствуют накоплению и сохранению зимних и весенне-летних осадков, более экономному расходованию влаги в период вегетации;
- 2) биологическая активность почв на нулевой технологии в 1,5–2 раза выше, чем на традиционной;
- 3) наибольшее содержание доступных питательных веществ в почве отмечается после посева;
- 4) по уровню засоренности, особенно многолетними сорняками, нулевая технология выгодно отличается от традиционной;
- 5) плодосменный севооборот по уровню засоренности превосходит зернопаровой;
- 6) тенденция к росту урожайности при нулевой технологии возделывания отмечается на всех вариантах опыта. Достоверная прибавка от 3,2 ц/га на 2-й КПП зернопарового севооборота на пшенице до 8,6 ц/га на 3-й КС плодосменного севооборота на рапсе отмечается от совместного применения нулевой технологии и при посевном внесении азотно-фосфорных удобрений;
- 7) наибольший чистый доход от возделывания сельскохозяйственных культур получен в плодосменном севообороте;
- 8) наибольшая окупаемость удобрений получена на нулевой технологии возделывания рапса. На каждый затраченный на применение удобрений рубль получено 0,28 руб. условно чистого дохода.

Литература

1. Гринев Л. В. Ресурсосберегающие технологии – резерв повышения экономических возможностей пашни // Известия Оренбургского аграрного университета. 2012. № 2. С. 48–50.
2. Гринев Л. В. Подвижные соединения фосфорной кислоты и их динамика на черноземах обыкновенных Северного Казахстана // Известия Оренбургского аграрного университета. 2011. № 4. С. 42–44.
3. Гринев Л. В. Применение минеральных удобрений в зернопаровом севообороте на обыкновенных черноземах в зависимости от обеспеченности почв фосфором // Известия Оренбургского аграрного университета. 2007. № 3. С. 114–117.



4. Карпухин М. Ю. Предпосевная обработка почвы под поукосные культуры в однопольных и двухпольных кормовых севооборотах на Среднем Урале // *Аграрный вестник Урала*. 2011. № 3. С. 17–19.
5. Карпухин М. Ю. Предпосевная обработка почвы под поукосные культуры в кормовых севооборотах на Среднем Урале // *Экологические проблемы использования природных и биологических ресурсов в сельском хозяйстве : материалы Междунар. науч.-практ. конф.* Екатеринбург, 2012. С. 86–91.
6. Карпухин М. Ю. Предпосевная обработка почвы и ее влияние на некоторые показатели чернозема оподзоленного в условиях Уральского Нечерноземья // *Коняевские чтения : сб. II Всерос. науч.-практ. конф., посвя. памяти заслуженного деятеля науки РСФСР, д. с.-х. н., проф. Н. Ф. Коняева*. Екатеринбург, 2008. С. 275–280.
7. Карпухин М. Ю. Предпосевная обработка почвы в кормовых севооборотах в условиях Среднего Урала : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Тюмень : ТГСХА, 2001.
8. Куришбаев А. К. Минимальная обработка почвы и плодосмен – основа ресурсосберегающего земледелия для устойчивого производства // *Нуу-тилл и плодосмен – основа аграрной политики поддержки ресурсосберегающего земледелия для интенсификации устойчивого производства : сб.* Астана; Шортанды, 2009.
9. Сулейменов М. К. Проблемы перехода на плодосменную систему земледелия на черноземах Северного Казахстана // *Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути повышения устойчивости зернового производства в степных регионах : сб.* Астана; Шортанды, 2006.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Колос, 1973.

References

1. Grinets L.V. Resource-saving technologies – a reserve of increase of economic opportunities of an arable land // *News of the Orenburg Agrarian University*. 2012. № 2. P. 48–50.
2. Grinets L. V. Mobile compounds of phosphoric acid and their loudspeaker on ordinary chernozems of Northern Kazakhstan // *News of the Orenburg Agrarian University*. 2011. № 4. P. 42–44.
3. Grinets L.V. Use of mineral fertilizers in a crop rotation on ordinary chernozems depending on security of soils with phosphorus // *News of the Orenburg Agrarian University*. 2007. № 3. P. 114–117.
4. Karpukhin M. Yu. Preseeding processing of the soil under postcut cultures in the one-field and the dubble-field fodder crop rotations in the Middle Ural // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2011. № 3. P. 17–19.
5. Karpukhin M. Yu. Preseeding processing of the soil under postcut cultures in fodder crop rotations in the Middle Urals // *Environmental problems of use of natural and biological resources in agriculture : materials of the Intern. scientif. and pract. conf.* Ekaterinburg, 2012. P. 86–91.
6. Karpukhin M. Yu. Preseeding processing of the soil and its influence on some indicators of the ashed chernozem in the conditions of the Ural Non-Black Earth Region // *Konyaevsky readings : collection of the II All-Rus. scientif. and pract. conf. devoted to memory of the honored worker of science of RSFSR, dr. of agricult. sciences, professor N. F. Konyaev*. Ekaterinburg, 2008. P. 275–280.
7. Karpukhin M. Yu. Preseeding processing of the soil in fodder crop rotations in the conditions of the Middle Urals : abstract of dis. ... cand. of agricult. sciences. Tyumen : Tyumen State Agricultural Academy, 2001.
8. Kurishbayev A. K. The minimum processing of the soil and rotation – a basis of resource-saving agriculture for steady production // *Nou-till and rotation – a basis of an agrarian policy of support of resource-saving agriculture for an intensification of steady production : collection.* Astana; Shortandy, 2009.
9. Suleymenov M. K. Problems of transition to rotation system of agriculture on chernozems of Northern Kazakhstan // *Modern problems of soil-protective agriculture and a way of increase of stability of grain production in steppe regions : collection.* Astana; Shortandy, 2006.
10. Dospikhov B. A. Methodic of a field experiment. M. : Kolos, 1973.