

УДК 631.5

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОПОСЕВА  
МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**В.Н. Кондратьев**, доктор технических наук  
РУП «Институт мелиорации»

**С.И. Осирко**, кандидат технических наук  
**Ю.А. Напорко**, ассистент

**М.Н. Гурнович**, старший преподаватель

**Н.П. Гурнович**, кандидат технических наук  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

**Ключевые слова:** гидропосев, суспензия, мелкозернистые семена, рапс, энергосбережение

**Введение**

В «Системе машин на 2006-2010 гг. для реализации научно обоснованных технологий производства продукции основных сельскохозяйственных культур» сказано, что в области механизации обработки почвы и посева одной из важнейших задач является повышение производительности труда и снижение трудовых затрат за счёт улучшения конструкции машин, создания и внедрения новых высокопроизводительных механизмов, использования более эффективных технологий производства работ [1].

Изучая технологию гидропосева мелкозернистых семян трав, разработанную в БелНИИМиВХ, которая получила широкое распространение в Республике Беларусь, на кафедре «Производственное обучение» УО БГАТУ впервые было принято решение о разработке технологии высева ярового рапса с помощью гидропосева, совмещая при этом высев мелкозернистых и трудновысеваемых обычными сеялками семян рапса с поливом, внесением удобрений в виде подкормки [2].

Для обоснования возможности разработки такой технологии нами были изучены основные характеристики ярового рапса и его преимущества перед другими сельскохозяйственными культурами.

Известно, что рапс имеет большое народнохозяйственное значение. Разнообразие почвенно-климатических условий позволяет возделывать как озимый, так и яровой рапс. В зонах с более суровой зимой предпочтение отдаётся яровому рапсу, который уступает по продуктивности озимому, но обеспечивает гарантированный урожай [2-5].

Рапс является хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур, он обогащает почву органическим веществом, улучшает её физические свойства, уменьшает засоренность полей, улучшает их фитосанитарное состояние и предотвращает развитие водной и ветровой эрозии, т.е. способствует улучшению структуры и повышению плодородия почвы.

Кроме того, на одном гектаре рапса остаётся около 60 ц корневых остатков. Это в 6-7 раз больше, чем после озимой пшеницы, и в 2 раза больше, чем после клевера. Содержание в них питательных веществ эквивалентно 15-20 т навоза. Корневые выделения рапса способны переводить фосфор из труднодоступных для растений форм в легкодоступные. Значительный резерв повышения плодородия почвы – использование зеленой массы рапса для сидерации. Запаханная биомасса рапса эквивалентна внесению 45-55 т навоза на один гектар. Все вышеперечисленные достоинства рапса повышают урожай последующих культур на 25-30 % [5,9].

*Отношение к влаге.* Рапс предъявляет повышенное требование к влаге на протяжении всего периода вегетации и по ее потреблению в 1,5-2 раза превосходит зерновые культуры. Наиболее высокий урожай формируется в условиях, где сумма годовых осадков составляет 500-700 мм, при 400-500 мм урожай снижается. Избыточное увлажнение отрицательно влияет на произрастание растений рапса.

*Отношение к свету.* Рапс относится к светолюбивым растениям длинного дня. В загущенных посевах преждевременно отмирают листья и из-за недостаточной освещенности нижней части стеблей растения полегают.

*Отношение к почве.* Рапс предъявляет повышенные требования к плодородию почвы, так как формирует глубоко проникающую корневую систему. Высокий урожай можно получить только на высоко- и среднеплодородных окультуренных участках, pH – 6,0-6,8. Яровой рапс менее требователен к почве. Недопустимо возделывать рапс на тяжелых глинистых, песчаных, заболоченных, кислых, переувлажненных почвах с близким залеганием грунтовых вод. Семена рапса начинают прорастать при температуре почвы +2°C. В условиях Беларуси всходы ярового рапса появляются через 6-7 дней. Всходы могут переносить заморозки до –3-5°C, а растения в фазе розетки до –8°C.

Одной из особенностей роста и развития рапса является относительно большая продолжительность от посева до бутонизации. В это время посева в наибольшей степени угнетаются сорной растительностью и требуют применения средств защиты. Лучшими предшественниками являются озимые зерновые, однолетние и многолетние травы, а также пропашные культуры.

Успешное выращивание рапса предполагает тщательное и своевременное выполнение всех агроприемов по уходу за посевами. При этом всегда необходимо учитывать биологические особенности роста и развития этой культуры.

Основная обработка почвы под яровой рапс проводится дифференцированно в зависимости от предшественника, типа почвы и ее засоренности, метеорологических условий. Одним из условий получения высоких урожаев ярового рапса является тщательная предпосевная обработка почвы, благодаря чему достигаются выравнивание поля; разрушение почвенных глыб; уничтожение сорняков; получение мелкокомковатой структуры почвы.

С этой целью весной проводят минимальную обработку почвы с обязательной заделкой борозд и выравниванием поверхности поля. При недостаточной выравненности поверхностного слоя возможны потери урожая до 20% за счет неравномерной заделки семян, что приводит к большой пестроте стеблестоя и потерям при уборке. Для сокращения времени обработки почвы под яровой рапс рекомендуют применять комбинированные агрегаты РВК-3,6, АКШ-7,2 и др. При их отсутствии применяют культиваторы, зубовые бороны в агрегате с катками [3,4].

Яровой рапс чувствителен к почвенной корке и переуплотнению почвы. Следовательно, необходимо прикатывать физически спелую почву.

Опыт возделывания рапса в странах Европы показывает, что при проведении всех мероприятий по уходу за посевами необходимо уделять особое внимание уменьшению уплотнения почвы. В этом случае рекомендуют одновременно со вспашкой прикатать почву. Для последующих работ следует расширить след всех тракторов, а также прицепных машин [9].

При посеве используют только первосортной семенной материал. С целью уничтожения или подавления наружной или внутренней гнили проводят протравливание семян рапса. Наиболее эффективный способ протравливания — инкрустирование.

Яровой рапс высевают одновременно с яровыми зерновыми. Однако конкретная дата сева определяется физической спелостью почвы. Ранний сев может привести к появлению и активному росту сорняков. Благоприятные для роста рапса условия после сева способны исключить необходимость проведения химпрополки. Как правило, рапс сеют сплошным рядовым методом специализированными пневматическими сеялками СПР-6, «Аккорд», СПУ-6, зернотравяной СПУ-3,6, зерноольняной СЗЛ-3,6 на глубину 1,5-3,0 см. При этом оптимальная норма посева семян ярового рапса зависит от посевных качеств семян, скороспелости сорта, использования боронования, погодных условий, но она должна обеспечить всходы 100-120 растений на квадратном метре.

Рапс при благоприятных условиях обладает замечательной способностью компенсировать уменьшение количества растений за счет увеличения числа боковых ветвей и стручков. В отдельных случаях высокая густота посевов может привести к раннему полеганию и, следовательно, к снижению урожайности [2-5,9].

Анализируя характеристики ярового рапса, технологию его посева, нами сделан вывод, что некоторые проводимые при этом технологические операции можно совместить, применив гидросеялки, разработанные в Республике Беларусь и за рубежом [6, 7].

#### **Технология посева мелкозернистых семян**

В 2005 г. на полях агротехнологического полигона БГАТУ был заложен опыт-проба по гидropосеву ярового рапса. В общем массиве посева ярового рапса был выбран участок 5 тыс. м<sup>2</sup>. Норма посева составила 8 кг/га. Высев проводили экспериментальной гидросеялкой по типу гидросеялки ПО-2 (рис. 1).

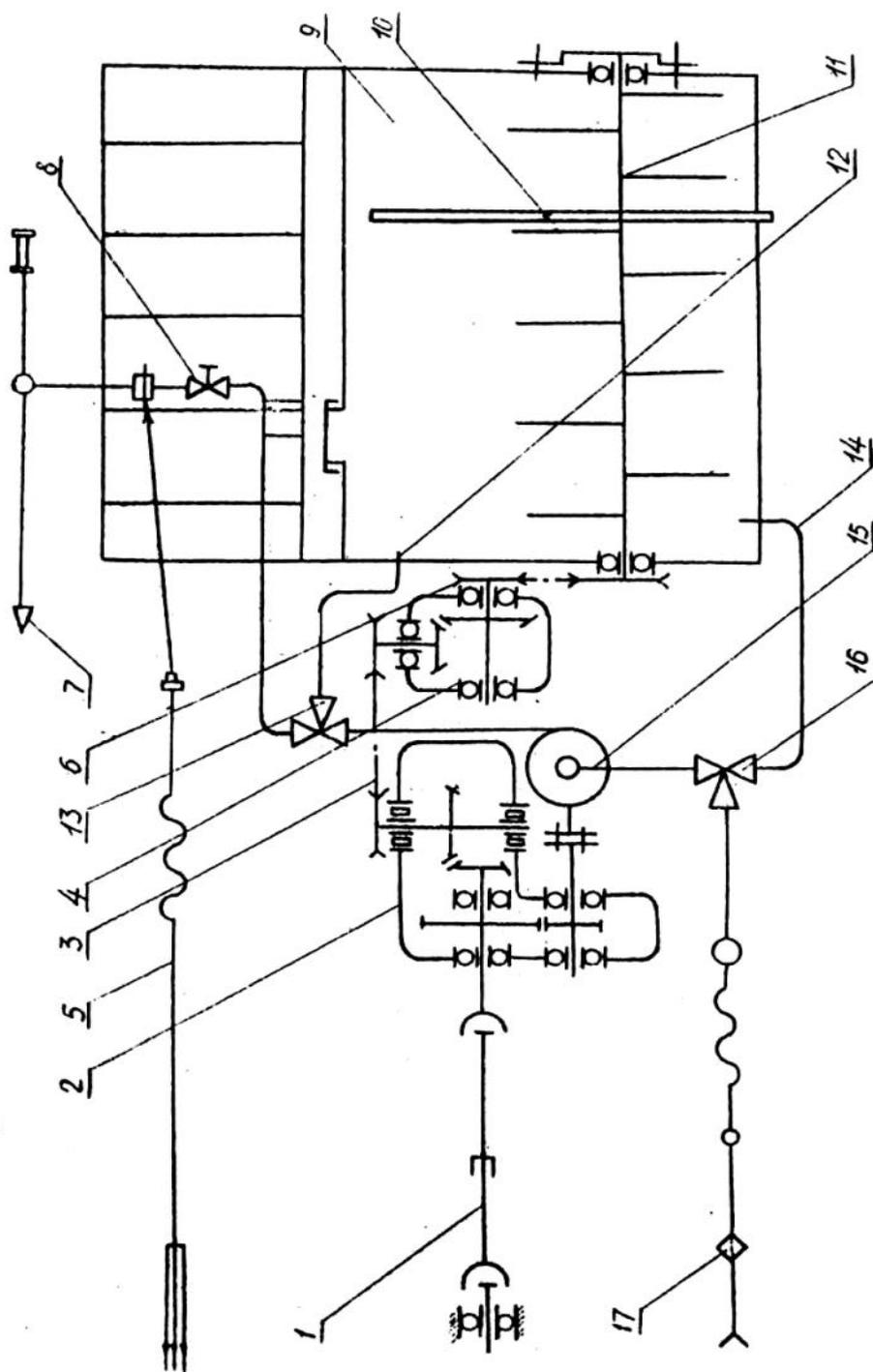


Рис.1 – Гидрокинематическая схема экспериментальной гидросеялки.  
 1 – карданная передача; 2 и 4 – редуктор; 3 и 6 – цепные передачи привода мешалки; 5 – пожарный шланг; 7 – гидрометатель; 8 – вентиль;  
 9 – цистерна; 10 – отвод; 11 – мешалка; 12 и 14 – трубопровод; 13 и 16 – трехходовой кран; 15 – центробежный насос; 17 – заборный шланг.

<b>Техническая характеристика экспериментальной гидросеялки</b>	
<b>Наименование показателей, ед. измер.</b>	<b>Значение</b>
Производительность при посеве, м <sup>2</sup> /ч	До 10 000
Скорость движения, км/ч: рабочая транспортная	До 7 До 25
Насос: тип марка	Центробежный ФГ 51/58-А
Напор, развиваемый насосом, мПа	До 0,6
Расход, м <sup>3</sup> /с	0,016
Дальность полёта струи гидросмеси, м	До 40
Вместимость цистерны, л	5 000
Тип рабочего органа	Гидрометатель с коническими круглыми насадками
Обслуживающий персонал: тракторист оператор	1 1

Организация и технология гидропосева рапса на участке следующая. До начала гидропосева рапса провели классическую подготовку почвы. На территории участка была размещена временная база для хранения материалов и инвентаря, завозили семена рапса и минеральные удобрения в количестве, необходимом для засева участка, вода для заправки агрегата находилась на базе в цистерне типа РЖТ.

Для развешивания рапса необходимо иметь мешки, количество которых должно быть не меньше сменного числа заливок экспериментальной гидросеялки. Заправку гидросеялки минеральными удобрениями проводили с помощью оттарированных ящиков

после заполнения цистерны гидросеялки водой центробежным насосом 15 (см. рис.1). Засыпку удобрений в оттарированные ящики осуществляли с учетом коэффициента дозы  $\Psi$  для одной заправки цистерны гидросеялки.

Коэффициент дозы  $\Psi$  определяли из выражения (1):

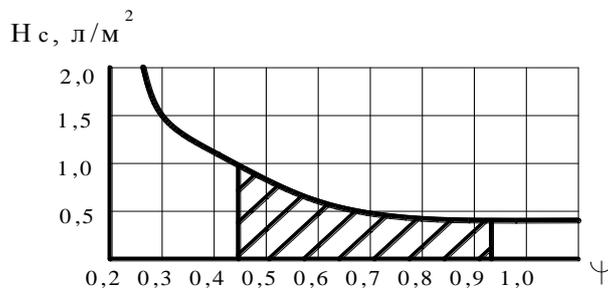
$$\Psi = \frac{V_e \cdot y}{10^4 \cdot N_c} \quad (1)$$

где  $V_e$  – вместимость цистерны гидросеялки, л;

$y$  – коэффициент опорожняемости цистерны ( $y=0,95$ );

$N_c$  – норма внесения суспензии, л/м<sup>2</sup>, на площади поля.

В полевых условиях коэффициент дозы  $\Psi$  в зависимости от принятой нормы внесения суспензии можно определить по графику (рис. 2) или табл. 1. Из графика следует, что



максимальное значение коэффициента  $\Psi=0,95$  соответствует норме внесения суспензии 0,5 л/м<sup>2</sup>. Тогда необходимое количество

**Рис.2 – График зависимости коэффициента  $\Psi$  от нормы внесения суспензии  $N_c$  на единицу площади для гидросеялки с вместимостью цистерны  $V_e=5$**

**Таблица 1 – К определению коэффициента  $\Psi$  для цистерны вместимостью 5000 л**

$H_c$ л/м <sup>2</sup>	0,4	0,5	1,0	1,5	2,0
$\Psi$	1,19	0,95	0,475	0,31	0,24

минеральных удобрений ( $Y_m$ , кг) для заправки одной цистерны определяют по формуле (2):

$$Y_m^u = \Psi \cdot (Y_a + Y_k + Y_c), \quad (2)$$

где  $Y_a$ ,  $Y_k$ ,  $Y_c$  – рекомендуемые нормы внесения, соответственно, аммиачной селитры, хлористого калия, суперфосфата простого при подкормке растений, кг/га.

Необходимое количество семян (кг) для одной заправки цистерны определяют из выражения (3):

$$H_p^u = \Psi \cdot H_p \quad (3)$$

где  $H_p$  – рекомендуемая норма высева семян рапса, кг/га.

Заправленные в цистерну компоненты перемешивают мешалкой 11 (см. рис.1). Затем определяют технологическую рабочую скорость по формуле (4):

$$V_m = \frac{Q}{b_n \cdot H_c}, \quad (4)$$

где  $Q$  – расход суспензии через отверстие в насадке, л/с;

$b_n$  – ширина засеваемой полосы, м;

$H_c$  – норма внесения суспензии, л/м<sup>2</sup>.

Для распределения суспензии можно использовать различного типа насадки. При гидропосеве рапса нами были выбраны конические насадки с круглым отверстием на выходе. Из формулы (4) следует, что от правильного выбора параметров насадки зависит целый ряд показателей технологического процесса при гидропосеве. Поэтому перед выездом для закладки опыта-пробы были определены все необходимые параметры технологического режима распределения суспензии на участке поля.

Расход суспензии ( $Q$ ) проверяли по формуле (5):

$$Q = 10^3 \mu \omega \sqrt{20 g H}, \quad (5)$$

где  $\omega = \pi d^2/4$  – площадь сечения (в м<sup>2</sup>) выходного отверстия насадки диаметром  $d$  (в м);

$g = 9,81$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$\mu = 0,91$  – средний коэффициент расхода суспензии для круглой насадки;

$H$  – напор на выходе из насадки, МПа.

Напор на выходе из насадки измеряли манометром. На рис. 3 показана зависимость расхода суспензии от диаметра насадки при напоре на выходе, равном 0,45 МПа.

Из табл.2 находим расход  $Q$  для насадки диаметром 0,035 м. По формулам (1)-(5) перед выездом в поле определяли все необходимые технологические параметры для гидро-

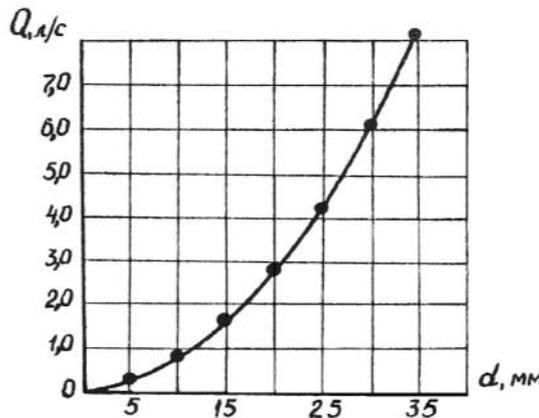


Рис. 3 – Зависимость расхода суспензии от диаметра насадки [7]

Таблица 2 – К определению расхода суспензии (Q) от диаметра (d) насадки при  $H = 0,45$  МПа

Диаметр d выходного отверстия насадки, м	0,005	0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035
Расход суспензии, Q, л/с	0,171	0,685	1,54	2,74	4,28	6,18	8,39

Таблица 3 – Расчетные технологические параметры при гидропосеве рапса

d, м	Q, л/с	$H_c$ , л/м <sup>2</sup>	$b_n$ , м	$V_m$ , м/с	$l_n$ , м	$S_n$ , м <sup>2</sup>	$V_c$ , л	y
0,035	8,39	0,5	10	1,678	950	9500	5000	0,95

трактором запрограммированной длины ( $l_n$ ) засеваемой полосы (6):

$$\frac{l_n}{v_m} = \frac{v_c \cdot y}{Q}, c, \quad (6)$$

где  $l_n$  – запрограммированная длина участка, м;

$V_c$  – скорость трактора, м/с;

$V_m$  – вместимость цистерны, л;

Q – расход суспензии, л/с;

y – коэффициент опорожняемости цистерны ( $y=0,95$ ).

Следует отметить, что опытный участок и общий массив поля засевали в один день. Засев общего массива производили специализированной пневматической сеялкой СПУ-6. После засева площадей через каждые 3-4 дня вели обследование опытного участка и общего массива поля. Установлено, что всходы семян на опытном участке появились на 6-й день и на 2-3 дня раньше, чем на основном поле.

посева рапса и заносились в табл. 3, а также произвели основные установочные регулировки гидросеялки.

Посев семян рапса производили путём передвижения гидросеялки в агрегате с трактором МТЗ-82 посредине засеваемой полосы шириной ( $b_n$ ), равной 10 м. Плавными поворотами гидрометателя 7 вокруг оси (см. рис.1) и изменением направления струи относительно поверхности участка в пределах  $40^\circ$  равномерно рассеивали суспензию по всей площади.

При необходимости подачу суспензии на засеваемую площадь можно прерывать поворотом гидрометателя насадкой вниз. При этом необходимо следить, чтобы время опорожняемости цистерны 9 (рис.1) было равно времени прохождения

Равномерность высева, как основного показателя качества работы гидросеялки, определяли по среднему количеству всходов на метр квадратный. Подсчеты всходов делали в начале, середине и в конце опытного и контрольного участков. Средняя равномерность всходов при гидропосеве составила 70% против 45 при рядовом посеве. На 24.08.2005 г. созреваемость коробочек рапса составила 80% против 50 на общем массиве поля.

Возможную сменную производительность гидросеялки определяли по формуле:

$$P_{см} = \frac{V_c \cdot Y}{Q} \cdot n_3, \quad (7)$$

где  $n_3$  – количество заправок в смену.

Надо отметить, что количество заправок зависит от многих производственно-организационных факторов. При этом производительность сменная ( $P_{см}$ ) может быть 0,95 га ( $n_3=1$ ) или 9,5 га ( $n_3=10$ ). Из формулы (7) следует, что показатели экономической эффективности применения технологии гидропосева мелкозернистых семян растений в сельском хозяйстве могут быть значительными не только за счет усовершенствования технических параметров гидросеялок, но и повышения эксплуатационно-технологических коэффициентов, например, технологического обслуживания, использования сменного времени, надежности технологического процесса и др.

### **Заключение**

Как показал опыт-проба, применение технологии гидропосева не только возможно, но и имеет большое значение при посеве мелкозернистых семян рапса. Всходы рапса не только раньше появились, они также развивались быстрее, это обусловлено, прежде всего, достаточностью влаги в почве при росте и развитии растений, так как рапс требователен, особенно в период прорастания, к количеству влаги в почве. Рапс при гидропосеве созревал быстрее, чем при традиционном способе посева, и дал урожай на 10% больше, чем при одновременном севе на общем массиве, что свидетельствует об эффективности применения гидропосева в сельском хозяйстве.

### **Выводы**

1. Применение гидросеялок для посева мелкозернистых семян растений в сельском хозяйстве является перспективным направлением и имеет ряд преимуществ перед пневматическими сеялками при посеве мелкозернистых семян, например, рапса.
2. Применение усовершенствованных гидросеялок на мелкоконтурных холмистых полях более эффективно и позволяет повысить равномерность распределения мелкозернистых семян по площади до 90%.
3. Мелкозернистые семена рапса хорошо перемешиваются в цистернах лопастными механическими мешалками при частоте вращения 80-120 мин<sup>-1</sup>, что является одним из важнейших факторов равномерного рассеивания мелкозернистых семян.

4. Гидросеялки рекомендуется использовать в качестве машин для защиты растений рапса пестицидами. В этом случае ширина обрабатываемой полосы увеличивается до 60 м, повышается эффективность применения пестицидов и равномерность их распределения по всей площади, уменьшается в 3-4 раза количество технологических проходов по посевам.

#### Литература

1. Система машин на 2006-2010 гг. для реализации научно обоснованных технологий производства продукции основных сельскохозяйственных культур. – Минск, 2006. – С. 6, 10.
2. Стефановский, В.В. Интенсивная технология производства рапса/ В.В. Стефановский, Г.С. Майстренко. – М. : Росагропроиздат, 1990. – 188 с.
3. Рапс – культура масличная./ А.С. Скакун, И.В. Бурда, Д. Брауэр: – Минск, 1994.
4. Технология выращивания и использования рапса и сурепицы.– М.: Агропроиздат, 1989. – 223 с.
5. Кадыров, М.А. Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси/ М.А. Кадыров, Д.В. Лужинский, А.Н. Кислекова. – Минск: УП «ИВЦ Минфина» 2005. – 304 с.
6. Кондратьев, В.Н. Технологические процессы и машины для крепления откосов каналов для крепления откосов каналов и дамб биологическими способами./В.Н. Кондратьев, Р.Б. Роголя. // Мелиорация и водное хозяйство. Серия 5. Водохозяйственное строительство. Обзор. информ. – Минск, 1986. Вып. 1. – 48 с.
7. Кондратьев, В.Н. и др. Пособие по укреплению откосов каналов, дамб и плотин гидропосевом трав с применением водорастворимых синтетических полимеров/ В.Н.Кондратьев [и др].– Минск, 1997. – 74 с.
8. Бодина, Г.В. Основы агрономии/ Г.В Бодина, А.В. Королёв, Р.О. Королёва. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1998. – С.429-432
9. Справочник агронома./ А.Н. Анохин. – Минск: Урожай, 1982.

#### Summary

##### ***Kondratyev V., Oskirko S., Naporko Y., Gurnovich M., Gurnovich N. Energy saving technologies applied at hydrocrop of fine - grained crop seeds***

Application of hydrocrop technology is possible and is of great importance for fine - grained coleseed crop. Sprouts of coleseed have appeared earlier, and developed faster, which is a result of soil moisture sufficiency, heavily needed for coleseed especially during germination period. During hydrocrop coleseed ripened faster, than traditionally. Crop was 10% higher than traditionally. Practical application justifies efficiency of hydrocrop application.

Поступила 26 мая 2010 г.