

УДК 631.5

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОПОСЕВА
МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

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

С.И. Оскирко, 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 выравненность 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 прикатывать 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. м². Норма посева составила 8 кг/га. Высев проводили экспериментальной гидросеялкой по типу гидросеялки ПО-2 (рис. 1).

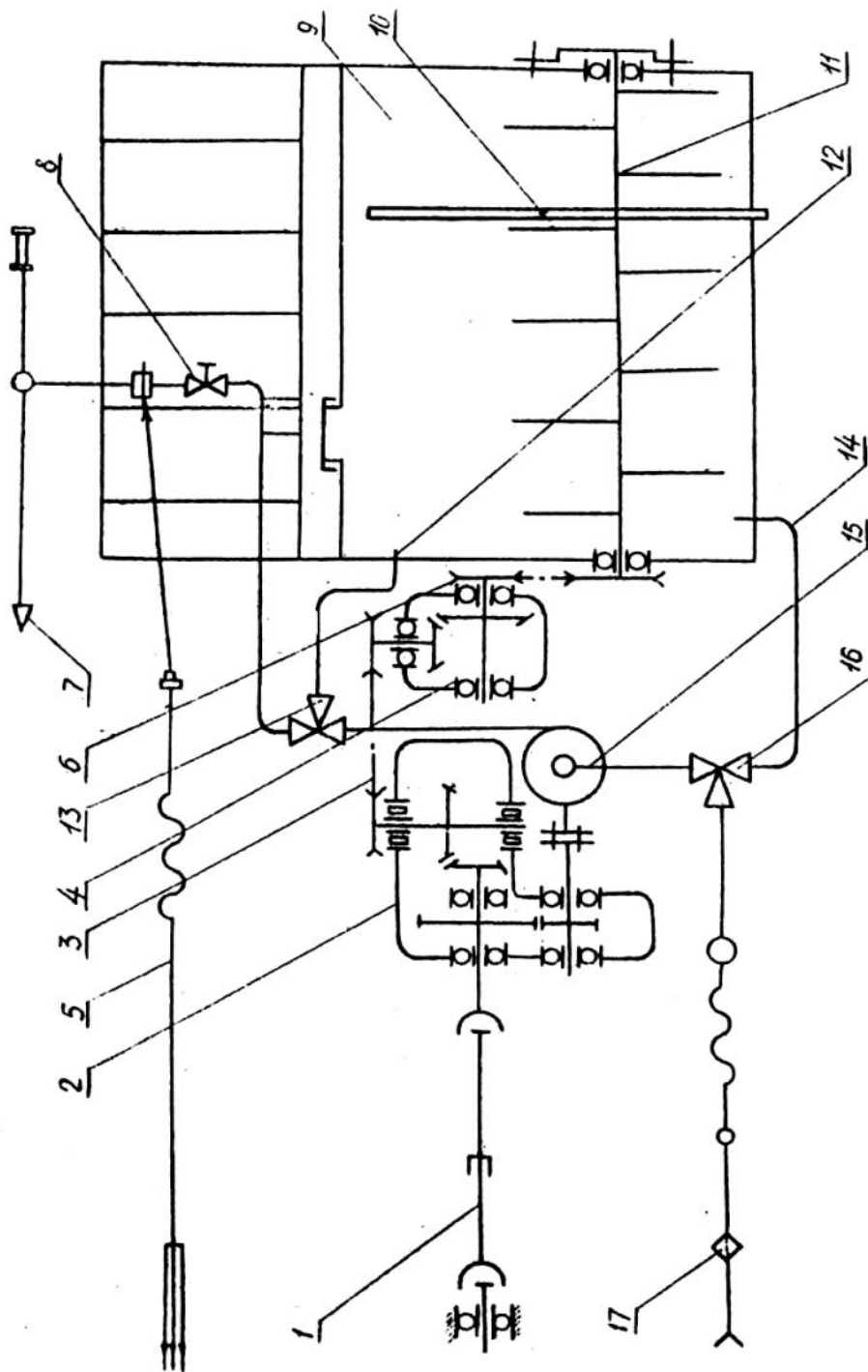


Рис.1 – Гидрокинематическая схема экспериментальной гидросеялки.
1 – карданная передача; 2 и 4 – редуктор; 3 и 6 – цепные передачи привода мешалки; 5 – пожарный шланг; 7 – гидрометатель; 8 – вентиль; 9 – цистерна; 10 – мешалка; 11 – отвод; 12 и 14 – трубопровод; 13 и 16 – трехходовой кран; 15 – центробежный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

Техническая характеристика экспериментальной гидросеялки	
Наименование показателей, ед. измер.	Значение
Производительность при посеве, м ² /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 ³ /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 Ψ для одной заправки цистерны гидросеялки.

Коэффициент дозы Ψ определяли из выражения (1):

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

где V_e – вместимость цистерны гидросеялки, л;

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

H_c – норма внесения суспензии, л/м², на площади поля.

В полевых условиях коэффициент дозы Ψ 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/м². Тогда необходимое количество

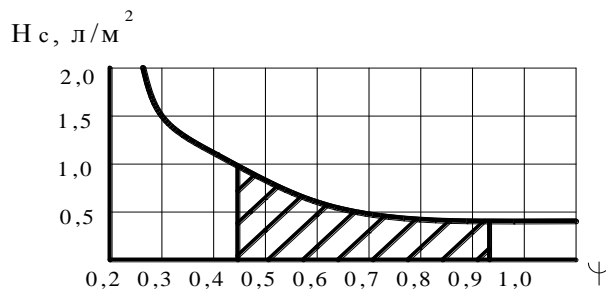


Рис.2 – График зависимости коэффициента Ψ от нормы внесения суспензии H_c на единицу площади для гидросеялки с вместимостью цистерны $V_e=5$

Таблица 1 – К определению коэффициента Ψ для цистерны вместимостью 5000 л

H_c л/м ²	0,4	0,5	1,0	1,5	2,0
Ψ	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/м².

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 м²) выходного отверстия насадки диаметром d (в м);

$g = 9,81$ – ускорение силы тяжести, м/с²;

$\mu = 0,91$ – 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-

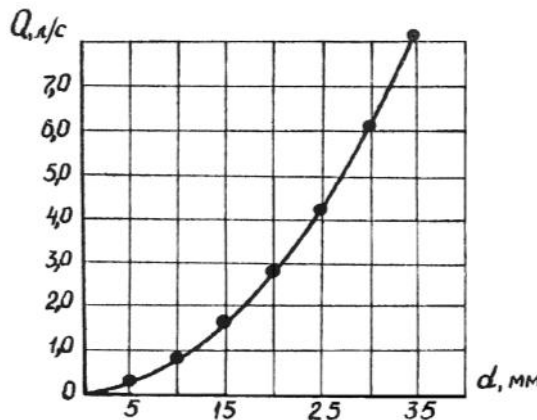


Рис. 3 – Зависимость расхода суспензии от диаметра насадки [7]

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 ²	b_n , м	V_m , м/с	l_n , м	S_n , м ²	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° 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⁻¹, 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.