

УДК 633.521

РАЗРАБОТКА И ОСВОЕНИЕ ССФ-ТЕХНОЛОГИИ
ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЬНА

В.М. КОВАЛЕВ, Е.А. КАЛАШНИКОВА, Д.В. БЕЛОВ*, С.А. КОМАРОВ *

Многоплановые исследования – лабораторные и производственные опыты позволили предложить новый класс инновационно-промышленных технологий – ССФ-технологии с учетом признания того, что материя и мир в целом наряду с корпускулярным строением имеют также волновую природу. Указанная технология базируется на использовании водородного газоразрядного генератора конструкции авторов, оригинальность которого защищена 3 патентами РФ. ССФ-технология прошла производственную проверку в льнопроизводящих хозяйствах Тверской, Псковской, Смоленской и Московской обл. России; обеспечивала повышение урожайности льносоломки и семян этой культуры до 45-80%, стрессоустойчивости, ускорение сроков созревания посевов, улучшение качества льнопродукции. Экономический эффект от применения ССФ-технологии при выращивании льна превышал 120 долл./га.

ССФ-технологии (сигналы специальной формы) представляют большой интерес, так как по своим биоэлектрическим характеристикам ССФ близок к естественной среде, где происходит развитие живого организма, к изменениям которой он адаптировался в ходе длительной эволюции [1].

Проводили многоплановые исследования: лабораторные эксперименты, опытно-производственные работы.

Лабораторные эксперименты**Методика исследований**

Изучение действия ССФ проводили на семенах льна-долгунца, с использованием экспресс-метода; семена проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной водой. В каждую чашку добавляли воду по 4 мл; 50 семян равномерно распределяли по всей ее площади. Повторность опыта 3-кратная, в каждом варианте ана-

лизировали 150 проростков. Чашки с растительным материалом помещали на световые полки в лабораторной комнате, где поддерживали температуру 25°C, 16-часовой фотопериод, интенсивность освещения 3 тыс. лк белыми люминесцентными лампами.

Линейные характеристики проростков учитывали со 2-го по 10-й день с момента высева семян в чашки. Измеряли длину корневой системы (мм), длину надземной части проростка (мм), всхожесть (%), энергию прорастания семян (%).

Заказчиком была предоставлена проба семян льна-долгунца для лабораторных исследований сорта Могилевский 2, которые в дальнейшем были использованы для производственных посевов в СПК колхозе «Ельцы» Селижаровского района Тверской обл.

Эксперимент по применению экспресс-метода проводили по следующей схеме: семена льна, обработанные ССФ, и контроль (без обра-

* ЦНИИ комплексной автоматизации легкой промышленности.

ботки), посев 14 мая 2005 г. Кроме экспресс-метода исследовали растения, выращенные в лабораторных условиях в почве. Семена льна высевали в 5-литровые сосуды с почвой в 3-кратной повторности (20.05.2005 г), которые помещали также в световую комнату, 100 шт. семян равномерно распределили по всей площади сосуда. Полив растений производили по мере высыхания почвы.

Схема эксперимента: воздействие ССФ на семена льна, до посева → воздействие ССФ на сформировавшиеся 7-дневные проростки льна.

Учитывали морфологические показатели растений в онтогенезе. Результаты экспериментов статистически обработаны с использованием программы Straz и Excel. Проведен дисперсионный анализ и определена наименьшая существенная разница ($НСР_{No}$), а также найдена стандартная ошибка или ошибка выборочной средней. Стандартную ошибку определяли по формуле (1) [4]

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}, \quad (1)$$

где $S_{\bar{x}}$ — стандартная ошибка, S^2 — дисперсия, n — число наблюдений.

Результаты исследований и их обсуждение

В лабораторном эксперименте изучали влияние ССФ на энергию прорастания и всхожесть семян льна. Визуальные наблюдения показали, что начало их прорастания отмечается на 2-й день после посева в чашки Петри. Для данной партии семян была характерна низкая энергия прорастания: 12% в контрольном варианте и 27% в варианте обработки ССФ. На 3-й день после посева энергия прорастания значительно возросла: до 78% в

контроле и 87% в варианте обработки ССФ (рис. 1). Биометрические показатели: средняя длина корневой системы проростков льна в варианте обработки превышала контрольный на 59%, а средняя длина стебля — на 45% (рис. 2). Динамика развития растений представлена на рис. 3 и 4. Последующие наблюдения за развитием проростков льна показали, что в варианте обработки ССФ происходит значительное стимулирование развития надземной части проростков (10-й день), которое выражалось в формирова-

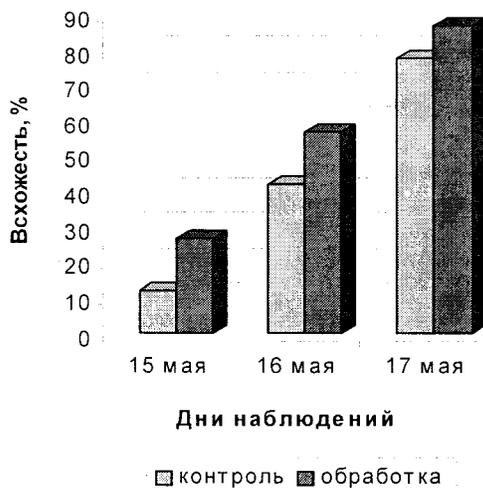
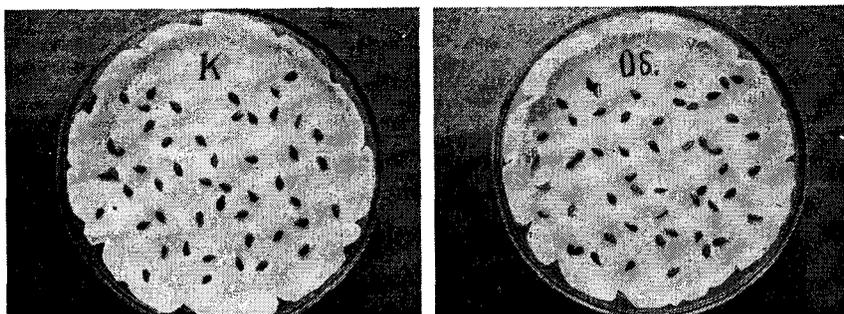


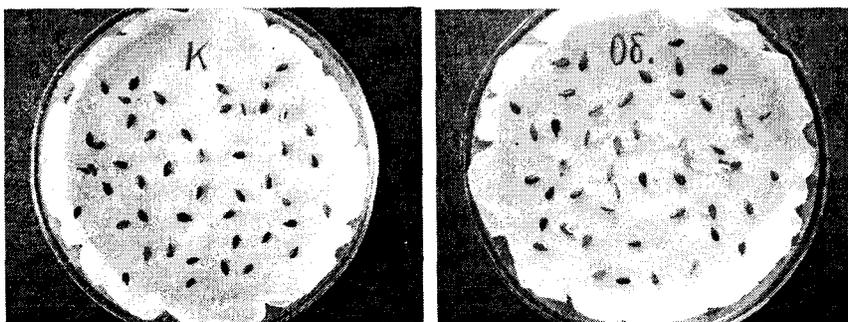
Рис. 1. Динамика всхожести семян



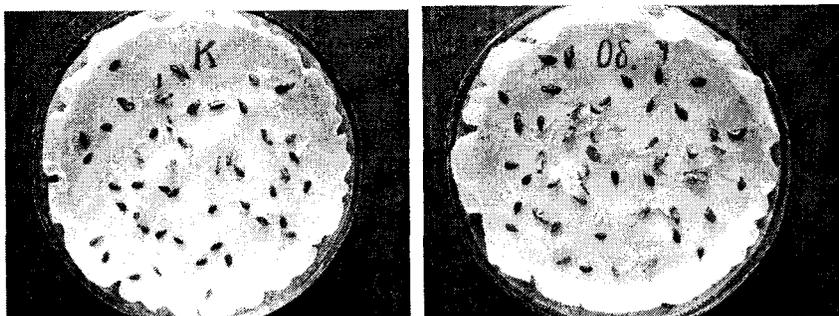
Рис. 2. Биометрические показатели 10-дневных проростков



А



Б



В

Рис. 3. Динамика прорастания семян: А — 2-й день; Б — 3-й день; В — 4-й день
К — контроль, Об, — обработка

нии стебля над семядольными листьями, что не характерно для контрольного варианта (рис. 4).

Во 2-й серии экспериментов изучали влияние ССФ на всхожесть семян и биометрические показатели растений в почвенной культуре. • Визуальные наблюдения показали, что на ранних этапах развития проростков льна в почве не обнаруже-

но существенных различий по энергии прорастания семян, всхожести и биометрическим показателям (рис. 5). При более детальном изучении данных показателей в динамике установлено, что при обработке ССФ средняя длина корневой системы 7-дневных проростков льна выше контроля на 25%, а средняя длина стебля — на 33% (рис. 6).

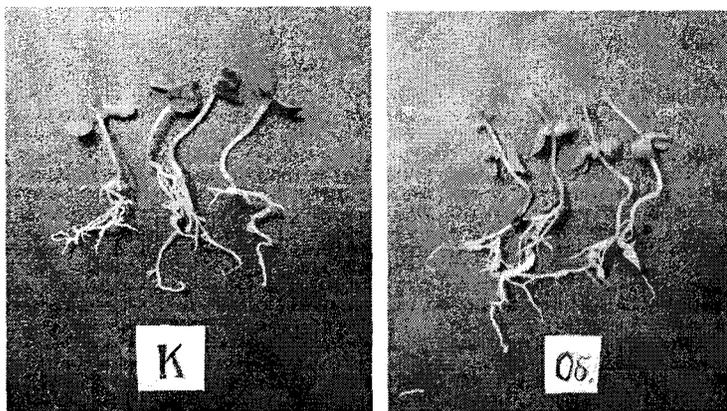
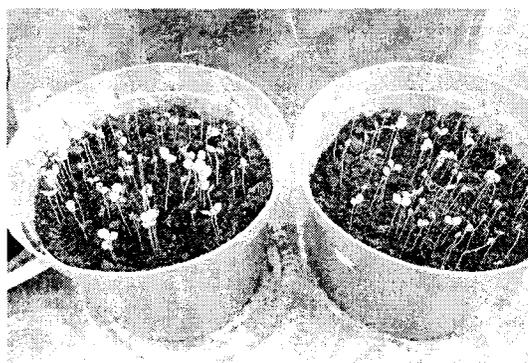


Рис. 4. 10-дневные проростки:
К — контроль, Об — обработка



Контроль



Обработка

Рис. 5. 7-дневные проростки льна в почве

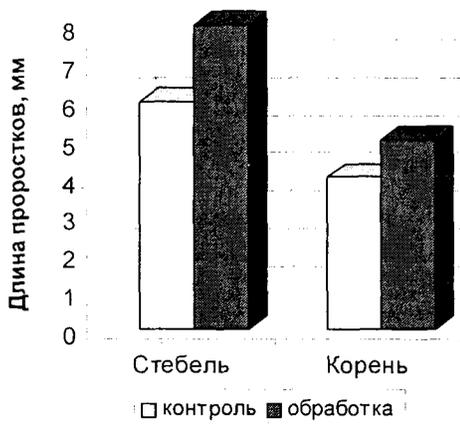


Рис. 6. Биометрические показатели 7-дневных проростков льна (почвенные условия выращивания)

По схеме эксперимента проводили дополнительную обработку проростков льна ростковым сигналом, который применяли на растениях льна в более ранних экспериментах. Через 10 дней с момента 2-й обработки наблюдалась существенная разница по биометрическим показателям между контролем и вариантом обработки (рис. 7). Средняя длина корневой системы в варианте обработки превышала контроль на 60%, а средняя длина надземной части — на 44% (рис. 8).

Опытно-производственные работы

В 2005 г. проводили проверку эффективности воздействия ССФ на посевах льна-долгунца в СПК колхозе «Ельцы» Селижаровского района Тверской обл.

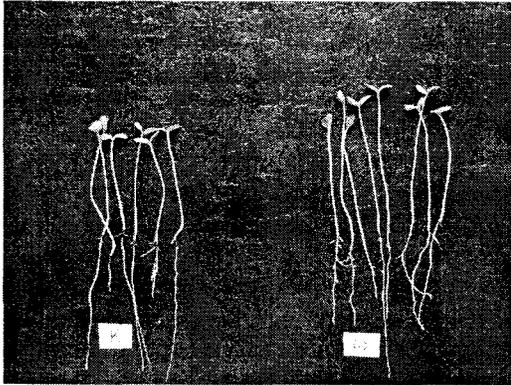
Методика исследований

Для проверки влияния ССФ в производственных условиях в период вегетации растений льна-долгунца выполняли следующие опытные работы:

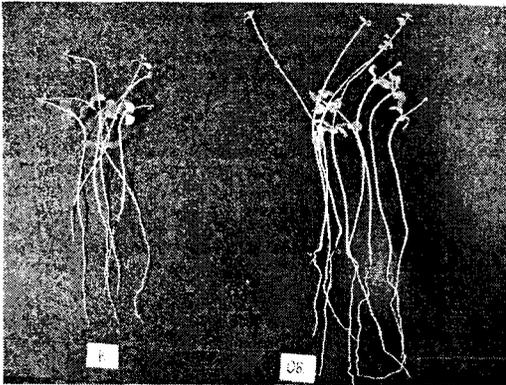
- 1) отмеряли от края поля 10 м с двух противоположных сторон; 2) по диагонали на равном расстоянии друг от друга фиксировали учетные делянки со сторонами по ходу движения посевного агрегата равными 1 м, по ширине захвата — 10 рядкам посева; 3) вручную с делянок теребили все растения и укладывали их в целлофановые пакеты. В пакеты закладывали этикетки с указанием номера поля, даты проведения отбора, номера учетной делянки; 4) на лабораторных весах взвешивали массу растений из каждого пакета (учетной делянки) с точностью до ± 2 г. После взвешивания из общей массы растений выделяли сорные растения и повторно взвешивали растения льна-долгунца и сорные растения; 5) пробы с наибольшей и с наименьшей массой выбраковывали, а массу растений из 3 оставшихся пакетов складывали и делили на 3. С учетом площади 3 учетных делянок и массы растений с этих делянок расчетным путем определяли биологическую массу растений льна-долгунца и сорных растений с 1 га опытного и контрольного участков; 6) растения 3 оставшихся пакетов складывали в 1 сноп, который ровным слоем расстилали на плоскости стола шириной 1 м,



Рис. 7. Биометрические показатели 17-дневных проростков льна (почвенные условия выращивания, после 2-й обработки проростков)



а



б

Рис. 8. Растения льна в момент обработки ростков (а) и через 10 дней после обработки (б): К — контроль, Об — обработка

выравнивали по комлям и верхушкам стеблей. На расстоянии 20 см от края растений с левой стороны с интервалом 20 см выбирали 3 полосы растений шириной 10 см каждая. Все растения из этих полосок замеры, просчитывали, их длины складывали и расчетным путем определяли среднюю высоту растений опытных и контрольных участков.

В производственном опыте для посева использовали семена льна массовой репродукции; важно отметить, что в варианте с ССФ-обработкой семян и посева в течение всего онтогенеза сформировались семена льна, посевные качества которых соответствуют 4-й репродукции (рис. 12).

Схема воздействия ССФ в вегетационный период: 1 — ССФ-семена льна: обрабатывали семена льна-долгунца перед посевом; 2 — ССФ-земля: обрабатывали поля в опытном варианте перед посевом семян; 3 — ССФ-ростки льна: обрабатывали посевные площади льна в опытном варианте (221 га), с 9 июня до сбора урожая, дискретность обработки ССФ — один раз в 7-9 дней.

Характеристика участков по агрохимическому составу почвы приведена из карты землепользования

хозяйства (табл. 1). Под контрольные и опытные варианты подбирали участки с учетом их идентичности по истории полей, месту расположения и агрохимическому составу.

Посев льна проведен 23-24 мая 2005 г. семенами массовой репродукции сорта Могилевский 2. Норма высева семян 100 кг на 1 га. Одновременно с посевом вносили сложные минеральные удобрения из расчета 50 кг на 1 га в физической массе.

На контрольном участке № 3 площадью 17 га были посеяны семена массовой репродукции также обработанные ССФ. Это была мера вынужденная, в экономических интересах хозяйства. Данный участок был использован в качестве контроля для сравнения эффективности воздействия ССФ. Далее в онтогенезе этот посев ССФ не обрабатывали.

Посевы льна-долгунца на всех 9 участках были обследованы 14 июня. Посевы находились в хорошем состоянии по высоте и густоте стояния растений; поля чистые от сорняков, льняной блохи на растениях не обнаружено. На день осмотра растения имели по 2—4 настоящих листа.

Очередная проверка состояния посевов льна-долгунца на конт-

Таблица 1

Характеристика участков по агрохимическому составу почвы и их площади

| Номер участка | | Содержание гумуса, макро- и микроэлементов | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|--|-------------------------------|------------------|-----|----------|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| по очередности съемки | по карте хозяйства | площадь, га | P ₂ O ₅ | K ₂ O | pH | гумус, % | Ca | Mg | S | Cu | Mn | Zn |
| 1 | 21 | 36 | 216 | 91 | 5,1 | 2,2 | 4,4 | 0,4 | 4,2 | 0,8 | 51 | 0,5 |
| 2 | 17 | 25 | 88 | 79 | 4,7 | 1,9 | 4,1 | 0,3 | 4,4 | 1,0 | 49 | 1,1 |
| 3 | 15 | 19 | 147 | 78 | 5,3 | 2,0 | 5 | 0,4 | 5,4 | 0,5 | 46 | 0,7 |
| 4 | 7 | 55 | 69 | 94 | 5,4 | 1,8 | 4,2 | 0,4 | 4,6 | 1,1 | 51 | 1,7 |
| 5 | 41 | 15 | 95 | 83 | 5,1 | 2,4 | 5,0 | 0,4 | 5,4 | 0,9 | 55 | 0,8 |
| 6 | 2 | 15 | 139 | 108 | 5,3 | 2,3 | 6,1 | 0,4 | 6,5 | 1,5 | 55 | 0,5 |
| 7 | 48 | 26 | 73 | 65 | 5,3 | 2,0 | 4,4 | 0,3 | 4,7 | 0,7 | 49 | 0,4 |
| 8 | 47 | 26 | 78 | 87 | 5,0 | 1,9 | 3,8 | 0,3 | 4,1 | 0,7 | 46 | 3,4 |
| 9 (контроль) | 3 | 17 | 107 | 103 | 4,9 | 2,2 | 3,9 | 0,4 | 4,3 | 0,9 | 55 | 0,6 |

Примечание. Размерность макро- и микроэлементов в мг на 1 кг сухой почвы

рольном и опытных участках проведена 28 июня. По разработанной методике были отобраны и проанализированы пробы для определения средней высоты растений и биологической массы с учетных делянок.

Лабораторный анализ проб с учетных делянок проводили специа-

листы ЦНИИЛКА. Результаты приведены в табл. 2 и 3.

Для определения средней высоты растений произвольно взяты пробы растений и с помощью метрической линейки замерена длина каждого растения. Всего замерено растений: участок № 21 — 359, № 15 — 329,

Таблица 2

Эффективность обработки посевов льна ССФ (28 июня 2005 г.)

| Показатель | Обработка ССФ семян и растений (опыт) | | Обработаны ССФ только семена (контроль) |
|---|---------------------------------------|-------|---|
| Номера участков по карте землепользования | 21 | 15 | 1, 3 |
| Площадь посева, га | 36 | 19 | 17 |
| Посевные качества сформировавшихся семян: | | | |
| чистота, % | 99,9 | 99,9 | 99,9 |
| энергия прорастания, % | 84–88 | 84–88 | 84–88 |
| всхожесть, % | 91 | 91 | 91 |
| Количество растений высотой, см: | | | |
| до 10 | 2,8 | 3 | 17,1 |
| 11–15 | 6,1 | 10,8 | 46,2 |
| 16–20 | 14,5 | 15,2 | 29,1 |
| 21–25 | 26,2 | 29,9 | 6,3 |
| 26–30 | 29,8 | 18,5 | 1,3 |
| 31–35 | 15,6 | 16,3 | |
| 36–40 | 4,5 | 6,2 | |
| более 40 | 0,6 | | |
| Средняя высота растений, см | 25,1 | 24,5 | 14,1 |
| Расчетная биологическая масса растений льна-долгунца, т /га | 2,2 | 2,4 | 0,83 |

Таблица 3

Результаты анализа проб растений льна-долгунца в производственном опыте (28 июня 2005 г.)

| Номера участков | Номера делянок | | | | | | | | | | Масса растений льна с 5 делянок, г | Число измеренных растений, шт. | Сумма длин измеренных растений, см | Средняя длина стеблей, см | Сорняки, г | |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----------------------------|-----|-----|----|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | |
| по очередности обработки ССФ | по карте землепользования | масса целого растения, г | | | | | надземная масса растений, г | | | | | | | | | |
| 1 | 21 | 267 | 232 | 146 | 407 | 249 | 240 | 213 | — | — | 212 | 665 | 359 | 9011 | 25,1 | 71 |
| 3 | 15 | 315 | 241 | 408 | 236 | 255 | 297 | 191 | — | — | 222 | 710 | 329 | 8060 | 24,5 | 86 |
| 4 | 7 | 271 | — | — | — | — | 252 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 6 | 2 | 376 | — | — | — | — | 365 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Без обработки ССФ-растений | 3 | 50 | 47 | 107 | 108 | 221 | 48 | — | 101 | 99 | — | 248 | 381 | 5389 | 14,1 | 14 |

№ 3 — 381. Сумма длины измеренных растений соответственно составила 9011, 8060, 5389 см, а средняя их высота — 25,1; 24,5 и 14,1 см.

Масса растений с 1 га рассчитана исходя из площади учетных делянок и массы растений на делянке.

Выпадающие осадки не позволили своевременно обработать посевы льна гербицидами против сорняков. Засоренность участков, обработанных ССФ, составила — 10-11%, контрольного участка — 5,2%.

Расчетная масса зеленых растений на 1 га: на участке № 21 — 7,7 т, № 15 — 7 и № 3 — 4,3 т. Для определения средней длины из общей массы растений с 3 делянок произвольно брали пробы растений, измеряли не менее 150 растений. В данном опыте на участке № 21 измерено 152 растения, сумма длины 12073 см, на участке № 3 измерено 151 растение, сумма длины 10087 см.

Средняя расчетная длина растений льна-долгунца: участок № 21' — 79,4 см, участок № 3 — 66,8 см, на участке № 15 замеры не проводили.

Результаты анализа проб с учетных делянок подтверждают эффективность обработки ССФ посевов льна-долгунца: масса зеленых растений при сравнении ССФ с контролем повысилась в 1,6-1,8 раза, а длина стеблей — на 18,9% (табл. 2-3, рис. 9-10).

На участках № 21 и № 15 по визуальной оценке около 80% посева полегло (полегаемость 3-4 балла). На контрольном участке № 3 полегаемость посева не отмечена. Засоренность посевов сорняками незначительная, соответственно 2,9%, 2,1 и 2,2%.

Очередной отбор проб льна-долгунца на участках № 21, 15 и № 3 проводили в фазу ранней желтой — желтой спелости растений.



Рис. 9. Пробы льна-долгунца: а — контроль, б — обработка

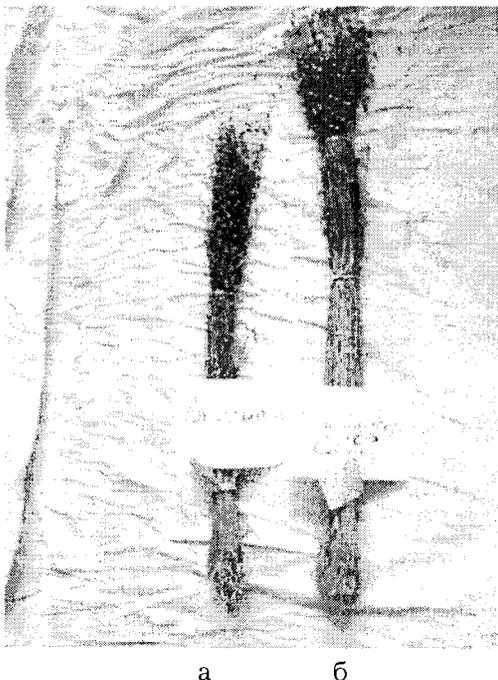


Рис. 10. Растения льна-долгунца: а — контроль, б — обработка ССФ

Заключительный отбор проб в производственном опыте СПК колхоз «Ельцы» специалисты ЦНИИЛКА произвели 30 августа 2005 г. — из 2 опытных и 1 контрольного участков (табл. 4).

В связи с большим объемом стеблей льна-долгунца площадь учетной делянки была сокращена до 0,6 м², массу растений взвешивали с 5 делянок, анализ проб проводили в Центральном научно-исследовательском институте комплексной автоматизации легкой промышленности (ЦНИИЛКА). Обработка ССФ повышала урожай льна-долгунца по волокну на 70-80% и сбору семян — на 56-60% (табл. 4, рис. 11-12).

Пробы с делянок были взяты только с опытных участков № 2 и 7, так как на опытных участках № 15 и 21 лен был уже вытероблен и разостлан в поле для росистой вылежки.

По данным исследований ГНУ ВНИИЛ, проведенных в нашем про-

Таблица 4
Данные анализа проб с учетных делянок (30 августа 2005 г.)

| Показатель | Номера участков по карте землепользования хозяйства | | |
|---|---|--------|--------|
| | № 7 | № 2 | № 3 |
| Площадь, га | 55 | 15 | 17 |
| Количество учетных делянок | 5 | 5 | 5 |
| Площадь одной учетной делянки, м ² | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Масса растений с 5 учетных делянок, г | 2375,5 | 2608,1 | 1385,9 |
| Масса сорных растений с 5 учетных делянок, г | 90,2 | 123,8 | 28,1 |
| Масса стеблей льна с 5 учетных делянок, г | 2285,3 | 2484,3 | 1356,9 |
| Влажность стеблей льна на учетных делянках, % | 93,2 | 93,5 | 91,2 |
| Масса стеблей льна: | | | |
| с 1 м ² , г | 761,8 | 828,1 | 452,3 |
| с 1 га, т | 7,6 | 8,3 | 4,5 |
| Масса стеблей льна в пересчете на стандартную влажность 19%, т | 4,7 | 5,1 | 2,8 |
| Масса пробы необмолоченных стеблей льна, г | 189 | 190 | 224 |
| Масса семян льна, выделенных из высушенного вороха, полученного из пробы необмолоченного льна, после ручного очеса и обмолота коробочек льна, г | 20,4 | 19,4 | 12,5 |
| Выход семян льна с 1 га посевов, ц (расчет) | 5,0 | 5,2 | 3,2 |
| Выход волокна с 1 га посева, т (расчет) | 6,5 | 7,1 | 3,9 |
| Эффективность обработки посевов ССФ по сравнению с контролем (ССФ обработаны только семена), %: | | | |
| по волокну | 67,9 | 82,1 | — |
| по семенам | 56,2 | 62,5 | — |

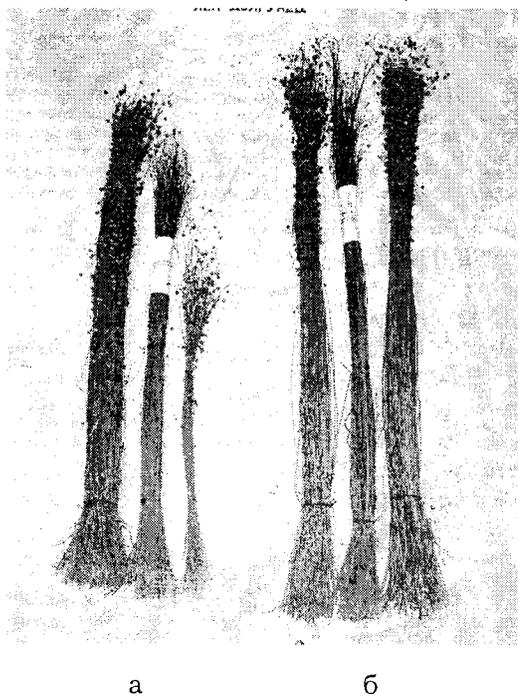


Рис. 11. Растения льна-долгунца: а — контроль, б — обработка ССФ

изводственном опыте, обработка ССФ семян и посевов льна-долгунца вплоть до теребления (участок № 2 и 7) обеспечила значительное улучшение морфологических признаков растений льна по общей их высоте, технической длине стеблей и числу коробочек на растении. В связи с увеличением при обработке числа коробочек на растении с 1,4 до 3,3-4,0 шт. значительно возросла семенная продуктивность — почти в 2 раза. Существенный эффект обработки семян и посевов льна-долгунца ССФ проявился также на технологическом качестве полученной продукции: по номеру тресты, длине, цвету, гибкости и прочности льняного волокна. Сформировавшиеся семена на посевах, обработанных ССФ, имели массу 1000 шт. на 7% больше, чем в контроле, соответственно 5,07 г против 4,7—4,8 г.

Чистый доход хозяйства при возделывании льна-долгунца с приме-

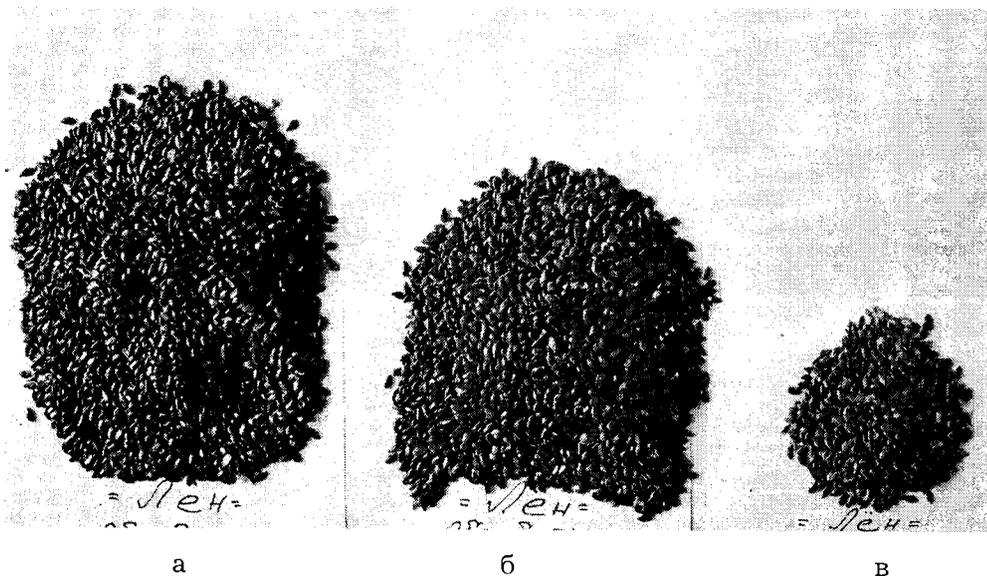


Рис. 12. Урожайность семян льна-долгунца: а — обработка ССФ, участок № 2, б — обработка ССФ, участок № 7, в — контроль, участок № 3

нением ССФ-технологии на общей под опытом площади 238 га составил 584,9 тыс. руб.

В более ранних (2000-2003 гг.) опытно-промышленных испытаниях ССФ-технологии, проведенных в льнопроизводящих хозяйствах Тверской, Псковской и Смоленской обл. РФ [1 — 3], было установлено, что урожайность льна-долгунца сорта Могилевский 2, подвергшегося обработке ССФ, повышалась на 15% по тресте; выход волокна из тресты — на 17-36%; крепость волокна выше — на 12,2%; качество льняной соломы и тресты — на 1 сорт-номер; сроки созревания растений ускорялись на 10—12 дней; экономический эффект составлял более 120 долл./га (без учета повышения качественных показателей тресты и волокна). Стоимость всего цикла ССФ-обработок в опытном варианте составляла около 17долл/га.

В 2005 г. на Полевой станции РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева совместно с проф. А.Ф. Сафоновым и М.А. Золотаревым была применена ССФ-технология на льне-долгунце в длительном опыте (ДО) А.Г. Дояренко [5]. В связи с бессменной культурой льна в течение длительного времени наблюдалось угнетение растений, а в отдельные годы их полная гибель. С целью адаптации растений этой культу-

ры к сложившимся стрессовым условиям, сохранения во времени ДО была применена указанная технология. Проведенные ССФ-обработки: 1-я в фазу елочки (20 мая) и далее с периодичностью 7—9 дней в течение всего онтогенеза позволили сохранить посев льна в функциональном состоянии и получить урожай льносоломки от 10 до 30 ц/га в зависимости от применения минеральных и органических удобрений, извести, тогда как в некоторые предыдущие годы посевы полностью погибали из-за сильного поражения растений льна фузариозом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев В.М., Калашикова Е.А., Белов Д.В. Эффект «сверхмалых» доз (СМД): теория и практика. М.: МСХА, 2005. —
2. Ковалев В.М. Прогнозирование урожайности зерновых и кормовых культур для России к 2030 г. // Изв. ТСХА, 2005. № 1. С. 23-29. —
3. Кочаров С., Ковалев В., Калашикова Е. и др. Новая технология выращивания льна. Бизнес-газета «Крестьянские ведомости», 2004. № 31. —
4. Усманов Р.Р., Васильева Д.В., Васильев И.П. Методические указания по планированию и статистической обработке экспериментов в научной агрономии с использованием ЭВМ. М.: МСХА, 1993. —
5. Сафронов А.Ф. (ред.) Длительному полевому опыту ТСХА 90 лет. М.: МСХА, 2002.

SUMMARY

Polybasic research — laboratory and production experiments allowed to offer a new class of innovatory — industrial technologies-SSF taking into account that matter and the Universe have got both corpuscle structure and wave nature. The mentioned above theory is based on hydrogenous gas-discharge generator invented by scientist, having 3 patents in Russian Federation. The SSF technologies were tested on flax-growing farms in Tver, Pskov, Smolensk and Moscow regions, in Russia. They ensured yield increase of flax by 45-80%, stresshardiness, earlier maturity, a better flax production quality. The economic effect when using SSF-technologies in flax production in upwards of 120 dollars per hectar.