УДК:633.854.54:631.5:575

МОДЕЛЬ СОРТА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ДЛЯ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

И.А. Полякова

Запорожский национальный университет

В статье представлены оптимальные параметры модели сорта льна масличного, которые позволят увеличить эффективность отбора уникальных генотипов и более целенаправленно проводить селекцию к условиям Степной зоны. На основе сравнительного анализа существующих коммерческих сортов запорожской селекции определены десять основных признаков, включающие урожайность, засухоустойчивость, массу 1000 семян, масличность и др., позволяющие формировать урожайность 2,5 т/га, что выше существующей на 25-30%. Выделены сорта льна, обладающие комплексом хозяйственно-полезных признаков и отвечающие ряду показателей разработанной модели.

Ключевые слова: лен масличный, модель, параметр, сорт, признак, селекция

Введение

Для повышения эффективности селекционной работы по созданию нового сорта необходимо разработать его модель (проект, идиотип), в основу которой берутся результаты тщательного изучения исходного материала и достижений селекции. Модель сорта включает перечень основных морфологических и хозяйственно-полезных признаков культуры. Для каждой зоны или района возделывания сельскохозяйственной культуры разрабатывается определенная модель сорта, наиболее полно отвечающая требованиям, предъявляемым к современному сорту. Следует отметить, что такой подход не является принципиально новым, поскольку селекционер всегда в той или иной степени представляет "идеальный образ" будущего растения. В настоящее время по ряду культур для различных зон созданы модели сортов и сорта, соответствующие этим моделям [1, 2, 3].

При установлении идиотипа сорта важно знать потребности товарного рынка, определить пределы условий окружающей среды, для которых выводятся сорта, а также установить лимитирующие факторы, ограничивающие реализацию генетического потенциала сорта.

В условиях степной зоны Украины одной из важнейших проблем в повышении урожайности и получении стабильно высоких урожаев высококачественного зерна льна масличного является создание и внедрение новых сортов. Для этой культуры роль сорта, как одного из основных факторов интенсификации, в условиях рыночных отношений, резко возросла. Последние годы на рынке семян появляются крупные потребители, мощные объединения, которые имеют значительные земельные и финансовые ресурсы и совсем по-новому рассматривают вопросы сортозамены и сортообновления. Для них основной интерес вызывают не семена как таковые, а семена нового, более урожайного сорта, с комплексом положительных хозяйственно-ценных признаков. Они придерживаются мнения, что чем “моложе” сорт и короче

© И.А. Полякова

период его использования, тем выше прибавка урожайности и его отдача [4]. Экономические условия последних лет способствуют сокращению "жизни" сортов. Особенно это заметно у малораспространенных культур, к которым пока относится и лен масличный.

Популярность льна масличного среди сельхозпроизводителей подтверждается тем, что за последние годы посевные площади под этой культурой, согласно официальной статистике, стабильно держатся на уровне 60-80 тыс. га. Кроме того, за последние пятнадцать лет создано и зарегистрировано в Реестре сортов растений Украины 16 сортов льна масличного, больше половины которых запорожской селекции. Несмотря на то, что культура набирает все большую популярность в Лесостепи и даже в северных и западных регионах Украины, основной зоной выращивания льна масличного была и остается Степная зона.

Целью данной работы было смоделировать новый сорт льна масличного, способный оказать существенное влияние на увеличение урожайности семян и ее стабильности по годам в Степной зоне Украины для существенного повышения выхода масла с гектара.

Материал и методы исследований

Полевые опыты проводили на опытном участке кафедры садово-паркового хозяйства и генетики растений Запорожского национального университета в течении 2011 – 2015 гг. Для исследований использовали коммерческие сорта льна масличного селекции ИМК НААНУ: Південна ніч, Дебют, Айсберг, Орфей, Золотистый, Кивика, Водограй, Патриций.

Закладка опытов проводилась соответственно рекомендациям [5].

Для разработки модели применялись методы: теоретические – для формулировки гипотезы, постановки эксперимента, анализа, синтеза и индукции результатов; эмпирические – для наблюдений, измерений, сравнения объектов и их признаков; экспериментальные – для изучения биологических особенностей, фенологических фаз развития сортов (полевые методы), для определения продуктивности, масличности семян, массы 1000 шт. семян (лабораторные методы); статистические – для определения достоверности результатов.

Результаты исследований и их обсуждение

Теоретические изыскания и опыт селекционной работы со льном масличным показывает, что разработанная запорожской селекционной школой методологическая основа прогрессивна и привела к созданию ряда коммерческих сортов льна масличного с высокими хозяйственно-ценными показателями и эколого-биологическими характеристиками [6]. Как свидетельствуют их родословные сортов, кроме применения традиционной внутривидовой гибридизации, эффективным является использование микрогаметофитного отбора и индуцированного мутагенеза.

Однако, несмотря на положительные результаты в селекции культуры, к сожалению, не преодолен барьер создания сортов, сочетающих высокую продуктивность с высокой масличностью и жирнокислотным составом масла конкретного направления. На наш взгляд, для целенаправленного поиска исходного материала необходимо создание модели сорта, учитывающей реализацию его генетического потенциала в условиях среды нашего региона.

Для определения идеальной модели генотипа льна масличного растения с сочетанием определенных желаемых признаков, приспособленного к местным

© И.А. Полякова

условиям, проведено комплексное изучение существующих сортов запорожской селекции. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Хозяйственно-биологические признаки коммерческих сортов льна масличного, (2011-2015 гг.)

Признаки	Дебют	Південна ніч	Айсберг	Орфей	Золотистий	Ківіка	Славний	Водограй	Патриций	$НР_{05}$
Урожайность семян, т /га	1,53	1,79	1,92	1,70	1,98	1,66	1,69	2,14	1,80	0,06-0,12
Длина периода вегетации, дней	87	92	91	94	102	84	95	92	91	1,3-2,1
Высота, см	43,3	47,6	48,2	50,1	51,2	41,6	47,1	49,5	46,9	0,9-1,9
Количество стеблей, шт.	1,4	1,6	1,8	1,6	2,1	1,3	1,6	2,1	1,7	0,05-0,09
Вес семян с 1 растения, г	0,44	0,51	0,55	0,48	0,57	0,47	0,48	0,61	0,51	0,01-0,04
Масса 1000 шт. семян, г	7,5	8,0	7,8	7,6	8,1	6,0	8,4	8,0	7,5	0,12-0,23
Масличность, %	44,2	45,4	48,5	45,9	50,0	43,5	48,3	50,2	48,2	0,7-1,6
Маркерные признаки	-	-	+	-	+	+	+	-	+	

В модели сорта селекционерами часто закладывается продуктивность, труднодостижимая при современных экономических условиях. Такая «опережающая» селекция приводит к резкому разрыву между урожайностью при оценке ее максимально возможных значений в ГСИ и реальной урожайностью в производстве (оазисный эффект, по А.А. Жученко, 2009). Поэтому мы в своей модели ориентировались не на потенциальную, а на вполне реальную, максимально получаемую урожайность семян льна масличного – 2,5 тонны.

Исследования проводились в течении пяти лет (2011-2015 гг.) из которых один 2012 год был очень засушливым и по погодным условиям крайне неблагоприятным для выращивания льна масличного, и показатели урожайности и признаки габитуса растений были на очень низком уровне. Поэтому для анализа диапазона урожайности у разных сортов, мы выделили четыре года с более типичными климатическими показателями для зоны исследований и представили в виде рис. 1. Как видно из результатов таблицы 1 и данных рис. 1 наибольшую урожайность, более 2,1 т/га, формировал сорт Водограй, а максимальные значения – 2,53 т/га. Достаточно высокие максимальные и среднегодовые значения урожайности выявлены у сортов Золотистый и Айсберг.

Разрабатываемая модель сорта льна масличного предполагает формирование биотипа, который при реализации указанных параметров, сможет превзойти по урожайности существующие сорта на 25-30 % (табл. 3).

Основные посевы льна масличного сосредоточены в Степной зоне. Краткий анализ природно-климатических условий этой зоны показывает, что эта территория характеризуется выпотным (непромывным) типом водного режима, доминируют черноземы обыкновенные, черноземы южные и каштановые почвы.

© И.А. Полякова

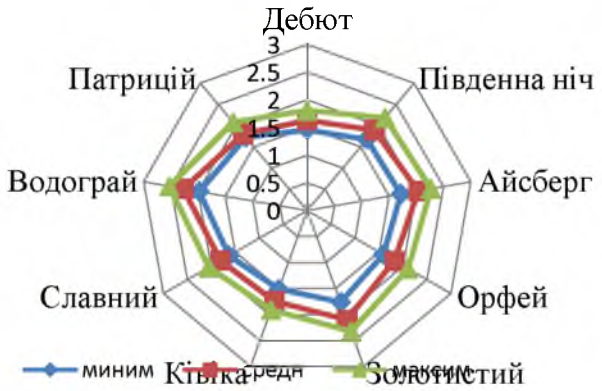

Рис. 1. Показатели урожайности льна масличного коммерческих сортов льна масличного, 2011, 2013, 2014, 2015 гг.

В результате анализа у исследуемых сортов получена максимальная продолжительность вегетационного периода – 102 дней и минимальная – 84 дня. Этот показатель варьирует при изменении погодных условий. В результате анализа весь набор испытываемых сортов классифицирован на 3 неравноценных группы: 1 – ДВП до 87 дней (сорта Кивика и Дебют); 2 – ДВП от 91 до 93 дней (Айсберг, Патриций, Південна ніч, Водограй); 3 – ДВП более 94 дней (Орфей, Славный, Золотистый). Данный признак находится в сильной зависимости от сроков посева. Лен масличный – культура раннего сева, по календарным срокам это третья декада марта - первая декада апреля. Лен хорошо переносит ранневесенние похолодания, и даже незначительные заморозки. Значительно сложнее он выносит более поздние сроки посева и потерю почвенной влаги. Принимая во внимание достаточно тесную положительную коррелятивную зависимость между ДВП и урожайностью (r=0,48) (табл. 2), мы полагаем, что оптимальной для модельного сорта является вторая группа.

Таблица 2

Корреляционная матрица

	Высота	Вес семян с 1 растения	Количество стеблей	Масса 1000 шт. семян	Урожай-ность
ДВП	0,87	0,49	0,73	0,74	0,48
Высота	—	0,68	0,83	0,73	0,69
Вес семян с 1 растения		—	0,99	0,41	0,99
Количество стеблей			—	0,61	0,92
Масса 1000 шт. семян				—	0,40

У сортов с более длинным вегетационным периодом затягивается время высыхания стебля и при наличии влаги приводит к отрастанию молодых побегов, что приводит к потерям урожая и усложнению уборки.

© И.А. Полякова

Признаки габитуса растений являются определяющими в селекции на высокую продуктивность. Высота растений - генетический признак, зависящий от изменения погодно-климатических условий. Максимальное значение показателя за годы испытания – 61,3 см, минимальное - 29,8 см, средняя высота растений по разным сортам варьировала от 41,6 см у сорта Кивика до 51,2 см у Золотистого. Биологической особенностью льна является медленный рост на первых этапах развития, маленькая листовая пластинка и неинтенсивное боковое ветвление (у большинства коммерческих сортов 1,3-2,1 стебля). Все эти особенности развития растений делают культуру малоконкурентной к сорнякам. Поэтому мы считаем, что необходимо проводить селекционную работу в плане повышения высоты и увеличения бокового ветвления. Ввиду вышеизложенного, в разрабатываемой модели оптимальная высота составляет 52-62 см, а количество стеблей 3-4 шт., что существенно больше, чем у зарегистрированных сортов.

В представленном ассортименте сортов льна масса 1000 шт. семян колеблется в пределах 6,0-8,4 г. За годы испытаний данный показатель варьировал от 6,0 до 8,4 г. Максимальный вес семян отмечен у сортов Славный, Золотистый, Південна ніч и Водограй, а самые мелкие семена характерны для Кивики. Этот признак имеет важное значение при очистке и переработке семян. Создание и внедрение нового сорта с повышенной массой 1000 шт. семян и высокими показателями урожайности и масличность позволит удешевить себестоимость масла и тем самым повысить рентабельность ее производства. Кроме того увеличение размеров семян будет способствовать более тщательной очистке от сорняков, что является достаточно важным в семеноводстве этой мелкосемянной культуры.

Один из основных показателей качества льна – его масличность. В наших исследованиях содержание масла в семенах коммерческих сортов составило от 44,0 до 50,0%. Средняя масличность по сортовому генофонду – 47,8 % (при стандартном требовании к градации «высокое содержание масла» – 42-48 %). Максимальное содержание масла в семенах, по данным испытаний выявлено у сортов Золотистый и Водограй в 2015 году, и составило 51,4% и 51,8%, соответственно. Как видно из представленных данных, основная часть сортов запорожской селекции (кроме пищевого сорта Кивика) имеют «высокое» и «очень высокое» самое содержание масла. Это связано с тем, что высокая масличность – основной селектируемый признак на протяжении всех лет работы. На наш взгляд, данный признак хорошо проработан, находится на уровне близком к биологическому пределу и не требует значительного улучшения, в разрабатываемой модели.

На основе использования метода экспериментального мутагенеза [6], созданы специальные направления, что позволило расширить границы селекционной работы со льном масличным. Созданы, зарегистрированы и успешно используются сорт технического направления Золотистый (с содержанием линоленовой кислоты 71-72 %) и сорт пищевого направления Кивика (с содержанием олеиновой кислоты 32-38 %). В последующей практической селекции можно достигнуть и большого успеха, в частности, при использовании данных сортов как доноров этих ценных признаков.

На базе полученных оценок от сравнительного анализа существующих коммерческих сортов определены параметры оптимальной модели сорта льна масличного для почвенно-климатических условий Степной зоны Украины и

© И.А. Полякова

требований рынка. Такая модель, оптимизирующая основные характеристики элементов продуктивности на современном этапе, демонстрируется ниже (табл. 3).

Таблица 3

Параметры признаков модельного сорта льна масличного для Степной зоны

Хозяйственно-биологические и морфологические признаки	Параметры признаков сорта
Урожайность семян, т с 1 га	2,5 и выше
Биологические признаки:	
Длина периода вегетации, дней	91–95
засухоустойчивость, балл	Высокая и очень высокая, 4-5 Б.
Структура урожая:	
Высота, см	52–62
Количество стеблей, шт.	3–4
Вес семян с 1 растения, г	0,70 – 0,85
Масса 1000 шт. семян, г	8,5–9,5
Качество урожая:	
Масличность, %	48 и выше
ЖКС масла технического направления	Линоленовой кислоты 72% и выше
ЖКС масла пищевого направления	Олеиновой кислоты 35% и выше
Морфологические признаки:	
Маркерные признаки	Обязательное наличие одного или нескольких маркерных признаков.

Как можно видеть из проведенных исследований, уровень, достигнутый в совершенствовании сортимента льна масличного достаточно высок, и создать новый сорт, который будет лучше существующих, трудно. Тем не менее, предел потенциальных возможностей культуры пока не достигнут.

Сорта, включенные в Государственный реестр, разнообразны по своим морфологическим и хозяйственно ценным признакам. Однако, достаточно близким к заданной модели выявился только сорт Водограй. Из большой группы коммерческих сортов выделены сорта льна, обладающие комплексом хозяйственно-полезных признаков, отвечающие многим показателям разработанной нами модели перспективного сорта для условий степной зоны Украины такие сорта как Айсберг и Золотистый.

Селекция - главный путь решения задач лучшей адаптации растений к условиям природно-сельскохозяйственных районов, стрессовым факторам на фоне наблюдаемого ухудшения энерговооружённости земледелия. В селекционной практике разнообразные экологические факторы подразделяют на климатические, почвенно-грунтовые, топографические, биотические и антропогенные. Первые три, объединяемые в группу абиотических факторов, являются основными для среды обитания [7]. Основная задача селекционера — сочетание в сортах высокой потенциальной продуктивности с устойчивостью. Поэтому в разрабатываемой модели нами заданы параметры засухоустойчивости на уровне «высокая и очень высокая», при обязательном отслеживании нерастрескиваемости коробочек и неосыпаемости семян при полном их созревании.

© И.А. Полякова

В последние десятилетия у селекционеров появился особый интерес к морфологическим признакам растений, которые можно использовать как маркеры для обеспечения правовой защиты сортов, согласно требованиям Международной конвенции по охране сортов растений. Использование морфологических признаков в качестве маркеров, обусловливающих отличимость сортов растений, необходимы для контроля генетической чистоты семеноводства. Это должны быть признаки моногенные, рецессивные, четко отличимые визуально, не имеющие отрицательных плейотропных влияний на хозяйственно-ценные признаки [9]. По нашему глубокому убеждению, наряду с признаками высокой продуктивности и качества урожая, предъявляемыми к идеальному сорту льна масличного, обязательно должны быть включены морфологические признаки, так как патентная защита сорта невозможна без наличия у него таких признаков.

Рекомендуемые идентификационные морфологические параметры модели льна: белая, розовая, фиолетовая, светло-голубая окраска лепестков венчика; звездчатая, колокольчатая, полусвернутая форма цветка; желтая, светло-коричневая, горчичная, зеленая окраска семян; хлорофильная недостаточность вегетативной части растения [10]. Благодаря направленным исследованиям по изучению и введению в селекцию маркерных признаков, последние сорта льна запорожской селекции уже имеют морфологические отличия. Так, характерные отличия имеют сорта Айсберг, Славный, Кивика, Патриций, а сорт Золотистый выделяется среди других 3-мя маркерными признаками. Сорта с маркерными морфологическими признаками гарантированно будут иметь более высокую генетическую чистоту в сравнении с обычными сортами.

Разработанная модель сорта рекомендуется в качестве рабочей в селекционных программах на ближайшую перспективу. При создании высокопродуктивных сортов льна масличного с высоким качеством маслосемян в качестве критериев поиска исходных форм целесообразно использовать разработанные нами основные параметры модели сорта.

Выводы

1. Впервые разработаны и научно обоснованы оптимальные параметры модели сорта льна масличного по биологическим, хозяйственно-ценным и морфологическим признакам, которые позволят увеличить эффективность отбора уникальных генотипов и более целенаправленно проводить селекцию к условиям Степной зоны. Разработанная модель сорта льна масличного предполагает формирование биотипа, который сможет превзойти по урожайности существующие сорта на 25-30 % .

2. В результате сравнительного анализа существующих коммерческих сортов установлено, что для почвенно-климатических условий Степной зоны Украины, согласно нашей модели, для формирования урожая 2,5 т/га и более создаваемые сорта льна масличного должны обладать следующими признаками: иметь длину вегетационного периода 91-95 дней, засухоустойчивость не менее 4 баллов; высоту растений от 52 до 62 см; количество стеблей 3-4 шт.; вес семян с 1 растения - 0,70-0,85 г при массе 1000 семян не менее 8,5 г. Показатели масличности модельного сорта должны быть выше 48 % и сорт должен обладать морфологическим маркерным признаком.

3. Среди сортов запорожской селекции достаточно близким к заданной модели показал себя только сорт Водограй. Из большой группы коммерческих

© И.А. Полякова

сортов выделены сорта льна Айсберг и Золотистый, обладающие комплексом хозяйственно-полезных признаков, отвечающие ряду показателей разработанной модели. Перспективным направлением будет создание генотипов объединяющих большее количество заданных параметров.

Литература

1. Долгих Л.А. Изучение сортовых ресурсов рапса для выработки интегральных показателей идиотипа культуры в Республике Казахстан: а-р дис…. к. с.-х. н. 06.01.05- селекция и семеноводство. - Алматы, 2010. – 18 с.

2. Бурлов В.В. Идиотип гибридов подсолнечника для степных засушливых регионов // Масличные культуры, 1985. - № 5. -С.29-32.

3. Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового. Результаты 25-летних исследований творческого объединения ТОС «Клевер». — М.: ООО «Эльф ИПР», 2012. — 288 с.

4. Чайка В.Г., Коновалов В.П. Проблеми розвитку насінництва в умовах його комерціалізації / Збірник наукових праць СГІ. - Вип. 3 (43). - Одеса, 2002. - С.104 -110.

5. Лях В.О. Селекція льону олійного/ В.О. Лях, І.О. Полякова// Методичні рекомендації. – ЗНУ: Запоріжжя, 2008.– 40 с.

6. Лях В.А. Теоретические основы создания сортов льна масличного запорожской селекции// Збірник наукових праць Інституту олійних культур УААН. – Запоріжжя, 2014. – Вип. 20. – С. 62-71.

7. Жученко, А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В двух томах / А.А.Жученко. – М.: Изд-во Агрорус, 2009. – Т. 1. – 816 с.

8. Лях В.А. Индуцированный мутагенез масличных культур: Монография / В.А. Лях, И.А. Полякова, А.И. Сорока - Запорожье: Запорожский национальный университет, 2009. – 266 с.

9. Толмачев В.В., Ведмедева К.В. Возможности использования генов морфологических признаков в селекции подсолнечника//Збірник наукових праць Інституту олійних культур УААН. – Запоріжжя, 2002. – Вип. 7. – С. 50-54.

10. Лях В.А. Генетическая коллекция вида *Linum usitatissimum L.* (каталог)/ В.А. Лях, Л.Ю. Мищенко, И.А. Полякова. – Запорожье: Институт масличных культур, 2003. – 60 с.

МОДЕЛЬ СОРТУ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ДЛЯ СТЕПОВОЇ ЗОНИ

І.О. Полякова

У статті представлені оптимальні параметри моделі сорту льону олійного, які дозволять збільшити ефективність добору унікальних генотипів і цілеспрямованіше проводити селекцію до умов Степової зони. На основі порівняльного аналізу існуючих комерційних сортів запорізької селекції визначені десять основних ознак, що включають врожайність, посухостійкість, масу 1000 насінин, олійність та інші, які дозволяють формувати врожайність 2,5 т/га, що вище існуючої на 25-30%. Виділено сорти льону, які володіють комплексом господарсько-корисних ознак і відповідають ряду показників розробленої моделі.

Ключові слова: льон олійний, модель, параметри, сорт, ознака, селекція

© И.А. Полякова

MODEL OF OIL FLAX VARIETY FOR STEPPE ZONE

I.A. Poliakova

Zaporozhye National University

To increase the efficiency of breeding work on the creation of a new variety it is necessary to develop its model, which includes a list of the main morphological and economically valuable traits.

The aim of this work was to model a new variety of oil flax that can have a significant impact on the increase in seed yield and its stability over the years in the steppe zone of Ukraine to significantly increase the oil yield per hectare.

Field experiments were conducted at the experimental area of the Department of landscape management and plant genetics of Zaporozhye National University during 2011 – 2015. Nine commercial varieties of oil flax of IOC NAASU were used for this study. Experiments were conducted in accordance to guidelines.

To determine the ideal model of oil flax plant genotype with a combination of certain desirable traits, adapted to local conditions, a comprehensive study was carried out for existing varieties of Zaporozhye breeding. Based on estimates that were obtained, parameters of the optimal model for oil flax varieties were identified for the soil and climatic conditions of the steppe zone of Ukraine, and market requirements.

Model variety that was developed is recommended as working prototype for breeding programs of the near future. When creating highly productive varieties of oil flax with high quality seeds as the search criteria for the original forms it is advisable to use basic parameters of model variety developed by us.

Summarizing, we can conclude the following:

1. For the first time optimal parameters of the model oil flax variety according to biological, economically valuable and morphological traits were developed and scientifically substantiated, that will increase the efficiency of selection of unique genotypes and be more specific to the conditions for selection in the Steppe zone. A model oil flax variety that was developed involves the formation of a biotype that can outperform existing varieties in yield by 25-30%.

2. A comparative analysis of the existing commercial varieties found that the soil and climatic conditions of the Steppe zone of Ukraine, according to our model, for the formation of crop yield at 2.5 t per ha and more, created oil flax varieties should have the following traits: length of the growing season at 91-95 days, drought resistance of at least 4 points; plant height of 52 to 62 cm; number of stems at 3-4 pcs.; the weight of seeds from 1 plant at 0.70-0.85 g when weight of 1000 seeds is not less than 8.5 g. Oil content model content of model variety must be higher than 48% and variety should have a morphological marker trait.

3. Among the varieties of Zaporozhye breeding only Vodograi variety was close enough to the given model. From a large group of commercial varieties of oil flax, Iceberg and Labrador varieties were distinguished having the complex of economically valuable traits that meet a number of indicators of established model. A promising direction is to create genotypes that combine a greater number of given parameters.

Key words: oil flax , model, parameter, variety, trait, breeding.

Рецензент: Ю.А. Махно, канд. с.-х. наук, зав. лаб. селекции льна Института масличных культур НААН.

© И.А. Полякова