

## ОЦЕНКА СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ВИРУСНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЯМ, ПОВЫШЕННЫМ ТЕМПЕРАТУРАМ ВОЗДУХА И НЕДОСТАТОЧНОМУ УВЛАЖНЕНИЮ

А.Л. Бакунов, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.

А.В. Милехин, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.

С.Л. Рубцов, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.

Н.Н. Дмитриева, науч. сотр.

Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук

(Россия, пгт. Безенчук)

DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11693

**Аннотация.** Представлены результаты изучения новых и перспективных сортообразцов картофеля на жестком естественном инфекционном фоне в условиях повышенных температур воздуха и недостаточного увлажнения. В результате комплексной оценки в вегетационный период 2019 года выявлены новые и перспективные отечественные сорта, сочетающие высокую урожайность, устойчивость к вирусным патогенам, адаптированные к агроэкологическим условиям повышенной температуры воздуха и недостаточному увлажнению. Результаты исследований могут быть применены в производстве картофеля для увеличения сортимента возделываемого в Самарской области картофеля и более широкого внедрения отечественных столовых сортов, что позволит полнее удовлетворять потребность населения в качественном картофеле.

**Ключевые слова:** картофель, сорт, вирусостойчивость, жароустойчивость, засухоустойчивость

Одними из основных лимитирующих факторов, отрицательно сказывающихся на урожайности картофеля, являются высокая температура воздуха и недостаточное увлажнение. Процесс постепенного изменения климата в сторону потепления приводит к тому, что указанные условия все чаще отмечаются в период вегетации картофеля во всех регионах России. Это, в свою очередь, ведет к широкому распространению вирусных заболеваний: закручивания листьев, морщинистой и полосчатой мозаики и других, а, следовательно, к снижению урожайности картофеля.

Оптимальный подбор сортимента для каждого конкретного региона является одним из основных факторов, определяющих повышение урожайности и качества как продовольственного, так и семенного картофеля. Для этого в производстве должны использоваться сорта, сочетающие высокую адаптивность к абиотическим факторам среды с устойчивостью или иммунитетом к патогенным организмам. В на-

стоящее время количество отечественных сортов картофеля, обладающих подобными характеристиками, недостаточно.

В связи с этим актуальность приобретает комплексная оценка новых сортов и гибридного материала картофеля различных селекционных учреждений на устойчивость к вирусным заболеваниям, жароустойчивость и устойчивость к недостаточному увлажнению на жестком естественном фоне.

Характер почвенно-климатических условий Самарской области предполагает повышенную стрессовую нагрузку на растения картофеля в период вегетации (высокая температура воздуха, почвенная и воздушная засуха, повышенный инфекционный фон). В связи с этим именно в местных агроэкологических условиях целесообразно проводить испытания новых перспективных сортов на жаро- и засухоустойчивость, а также на устойчивость к вирусным заболеваниям.

**Цель исследований** – Выявить и рекомендовать для производства или практической селекции сорта и гибридный материал картофеля различного генетического и географического происхождения, сочетающие полевую устойчивость к мозаичным вирусам, жаро- и засухоустойчивость

**Материал, методика и условия проведения исследований.** Исследования проводились на опытном участке Самарского НИИСХ, в степной правобережной зоне Самарской области. Почва опытного участка: чернозём террасовый, обыкновенный, малогумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый. Предшественник – овес. В ходе вегетации проводились обработки посадок картофеля гербицидами, инсектицидами и фунгицидами. Картофель выращивался без орошения.

Климатические условия периода вегетации картофеля 2019 года отличались неоднородностью. Период всходов, нарастания надземной массы растений и начала цветения характеризовался высокими температурами воздуха и недостаточностью увлажнения. Однако в период полного цветения и нарастания массы клубней произошло снижение температурного режима. Средняя температура воздуха июля и первой декады августа была несколько ниже многолетних значений, во второй декаде июля и первой декаде августа отмечались обильные осадки и увеличение запаса влаги в почве на глубинах 10-50 см. Указанные факторы благоприятно сказались на продуктивности большинства изученных сортов картофеля.

#### **Материал и методика исследований**

Объектом исследований являлись 43 сорта и гибрида различного генетического и географического происхождения, включая стандарты. Опытный материал высаживался в питомнике сортоиспытания в двух повторностях. Количество растений в повторности – 25.

Фенологические наблюдения, оценки полевой устойчивости к вирусным и грибковым патогенам, учеты продуктивности проводились согласно Методическим указаниям по технологии селекционного процесса картофеля [1], Методическим указаниям по экологическому сортоиспытанию картофеля [2] и Методике исследований

по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитета [3]. Устойчивость сортов и гибридов картофеля к вирусным и грибным заболеваниям оценивалась в баллах визуально в полевых условиях в периоды бутонизации и цветения на жёстком естественном инфекционном фоне:

9 баллов – 0-10% поражённых растений; 7 баллов – 11-25%; 5 баллов – 26-50%; 3 балла – 50-75%; 1 балл – 75-100%, гибель растений.

Измерения высоты растений проводились на 50 и 60 день от посадки. Измерялись по 2 растения в повторности.

Данные по урожайности всех сортов и гибридов обрабатывались методом дисперсионного анализа по Доспехову [4].

#### **Результаты исследований.**

Длительность прохождения фенологических фаз. Сортообразцы анализировались по длительности прохождения растениями следующих фенологических фаз: период от посадки до полных всходов и период от полных всходов до начала цветения. Установлено, что продолжительность фазы от посадки до полных всходов у большинства генотипов составляла 22-27 суток вне зависимости от группы спелости. Так, у среднераннего сорта Эликсред этот период длился 40 суток, у среднераннего сорта Калибр и раннего Терра 31 день. В то же время у среднеспелых сортов Сиверский, Северное сияние, Утро и у среднепозднего сорта Казачок полные всходы отмечались на 22 сутки после посадки. Аналогично не выявлено зависимости между группой спелости и длительностью прохождения следующих фенологических фаз. Минимальным периодом от полных всходов до начала цветения характеризовались ранние сорта Юбиляр (12 суток), Барин (14 суток) Купец (16 суток) и Терра (17 суток); среднеранние сорта Сердолик, Дачница, Призер (по 18 суток); среднеспелый гибрид 4530-5 (12 суток) и сорта Варяг (18 суток) и Утро (18 суток). Однако у раннеспелого стандарта Удача эта фаза продолжалась 28 суток, у среднеранних сортов Красавчик и Сударыня – 29 и 33 дня соответственно.

Анализ корреляционных связей между длительностью прохождения фенологиче-

ских фаз и урожайностью сортообразцов картофеля выявил среднюю отрицательную зависимость урожайности лишь от

длительности периода посадки – полные всходы. Коэффициент корреляции составил  $-0,36$  (табл. 1).

Таблица 1. Зависимость урожайности сортообразцов картофеля от длительности фенологических фаз

Признак	Коэффициенты корреляции длительностью фенологических фаз		
	посадка – полные всходы	полные всходы – начало цветения	продолжительность цветения
Урожайность	$-0,36$	$0,15$	$0,00$

Между длительностью периода от полных всходов до начала цветения установлена очень слабая положительная корреляционная зависимость ( $r = 0,15$ ), а между продолжительностью цветения и урожайностью корреляционная связь отсутствовала.

Таким образом, в условиях вегетационного периода 2019 года некоторое преимущество по продуктивности имели генотипы с коротким периодом от посадки до полных всходов. Так, у сортов, показавших максимальную продуктивность (Сиверский, Сударыня, Дебют, Садон), этот период продолжался 22 дня, у сортов Аляска и Краса Мещеры – 24 дня. Указанные сорта, вероятно, более интенсивно использовали имеющиеся запасы почвенной влаги и, следовательно, имели более интенсивное стартовое развитие. При этом в засушливых условиях начального периода вегетации (июнь - начало июля) сорта Сиверский, Аляска, Краса Мещеры, Дебют и Садон также достаточно быстро проходили период от полных всходов до начала цветения, то есть до начала завязывания и нарастания массы клубней, что может свидетельствовать об их устойчивости к недостаточному увлажнению.

Интенсивность роста растений и ее взаимосвязь с продуктивностью. Хотя высота растений картофеля в различные периоды вегетации и интенсивность ее нарастания преимущественно обусловлены генотипическими факторами, они также могут косвенно характеризовать жаро- и засухоустойчивость сортов.

Максимальными показателями высоты растения на 50 день от посадки характеризовались среднеранние сорта Сердолик (49,0 см), Третьяковка (47,2 см), Сударыня (45,7 см) и среднеспелые Нальчикский

(48,7 см), Сигнал (48,7 см), Кумач (47,7 см), Утро (47,2 см). Минимальная высота была у растений сортов Калибр, 92-11, Терра, Садон.

Аналогичные показатели получены и при измерениях на 60 день после посадки. Максимальная высота растений выявлена у среднеспелых сортов Кумач (66,7 см, прирост в сравнении 50 днем от посадки составил 19 см или 39,8%), Утро (66,5 см, прирост 19,3 см или 40,9%) и среднеранних сортов Третьяковка (65,0 см, прирост 17,8 см или 37,7%), Сударыня (63,2 см, прирост 17,5 см или 38,3%), Сердолик (62,2 см, прирост 13,2 см или 26,9%). В эту же группу за счет высокой интенсивности роста вошел среднеспелый сорт Сиверский (63,2 см, прирост 49,7%).

Наиболее интенсивный рост растений в течение 10 суток отмечен у среднеранних сортов Эликсред (прирост 70,3%) и Калибр (50,7%), гибрида 92-11 (52,4%) и среднеспелых сортов Сиверский и Аляска (49,7% и 49,0%) соответственно. Напротив, среднеспелый сорт Сигнал, имевший один из максимальных показателей высоты растений на 50 день от посадки, характеризовался в дальнейшем замедленным ростом, прирост за 10 суток составил лишь 4,3 см или 8,8%. Кроме того, медленный рост растений отмечен у сортов Жигулевский (прирост 3,3 см или 7,0%), Дачница (4,2 см или 9,1%) Пламя (5,3 см или 14,2%) и Терра (6,0 см и 18,2%).

Анализ корреляционных связей высоты растений и интенсивности роста с урожайностью и ее компонентами выявил среднюю положительную зависимость между урожайностью и высотой растений на 60 день после посадки, а также между количеством клубней на один куст и высотой растений на 60 день после посадки. Коэф-

фициенты корреляции составили 0,38 и 0,36 соответственно (табл. 2).

Слабая положительная корреляционная связь отмечена между высотой растений на 50 день после посадки, урожайностью и количеством клубней на одно растение ( $r =$

0,21 и 0,18 соответственно), а также между интенсивностью роста растений, урожайностью и количеством клубней на одно растение ( $r = 0,20$  и  $0,17$  соответственно). Средний вес клубня не зависел ни от высоты растений, ни от скорости их роста.

Таблица 2. Зависимость урожайности сортообразцов и ее компонентов от высоты растений и интенсивности их роста

Признаки	Коэффициенты корреляции		
	высота растений 50 день от посадки	высота растений 60 день от посадки	прирост за 10 суток, %
Урожайность	0,21	0,38	0,20
Кол-во клубней на 1 растение	0,18	0,36	0,17
Средний вес клубня	-0,01	-0,05	-0,05

В агроэкологических условиях вегетационного периода картофеля 2019 года выявлена зависимость продуктивности изученных сортообразцов от высоты растений в фазу полного цветения (60 день от посадки). Предварительно можно отметить, что преимущество по урожайности в указанных условиях имели сорта с высоким прямостоячим габитусом куста, что косвенно может свидетельствовать о повышенной устойчивости таких сортов к высокой температуре воздуха и недостаточному увлажнению. Исключением является лишь среднеранний сорт Третьяковка, высота куста которого в фазу полного цветения составила 65 см, а урожайность была довольно низкой (17 т/га).

Анализ устойчивости сортообразцов к вирусным патогенам Анализ результатов визуального учёта вирусных заболеваний на растениях в период вегетации выявил довольно высокую полевую устойчивость изучаемого материала. При визуальных осмотрах чаще всего выявлялись симптомы мозаичного закручивания листьев (МВК). Такие симптомы различной интенсивности отмечены у 20 сортов. В сильной степени мозаичным закручиванием поражались гибрид 6-14-11 (4 балла), сорта Захар и Смак (5 баллов). Около половины растений имели симптомы закручивания листьев у сортов Гранд, Северное Сияние, Эликсред, Калибр, 92-11, Августин, Сокур.

Устойчивость большинства генотипов к тяжелым формам вирусной инфекции (УВК и ВСЛК) была на уровне 7-9 баллов. Ярко выраженные симптомы полосчатой

или морщинистой мозаики отмечены у сортов Калибр, 92-11, 6-14-11, Казачок, Смак, Юбиляр (5-6 баллов).

Интенсивное поражение крапчатой мозаикой выявлено у сортообразцов Северное Сияние, Калибр, 92-11, 6-14-11, Маринский (5-6 баллов), Купец и Смак (3 балла). Скручивание листьев в 2019 году отмечено не было.

Идентифицированы сорта с высокой полевой устойчивостью к комплексу вирусных патогенов, не проявивших в вегетационный период 2019 года каких-либо визуальных симптомов: Дебют, Краса Мещеры, Садон, Сигнал, Третьяковка, Утро, Сердолик, Янтарь, Нарымская Ночка, Нальчикский, стандарты Ароза и Гала. В эту группу можно также отнести сорта с минимальными симптомами поражения мозаичным закручиванием листьев: Красавчик, Кумач, Пламя, Сиверский, Аляска, Корчма, Брусника. При этом высокая продуктивность отмечена именно у большинства перечисленных сортов (Сиверский, Утро, Аляска, Краса Мещеры, Дебют, Садон, Красавчик, Кумач, Сердолик, Сигнал).

Характеристика сортообразцов по урожайности и ее компонентам Средняя урожайность сортообразцов по питомнику составила  $21,2 \pm 1,3$  т/га и характеризовалась высокой вариабельностью. Коэффициент вариации признака – 40,3%. Высокая вариабельность отмечена и по количеству клубней на одно растение. В среднем по питомнику этот показатель составил  $5,7 \pm 0,3$  шт. с коэффициентом вариации

40,7%. Коэффициент вариации по весу одного клубня был значительно ниже – 19,2%, в среднем по питомнику этот показатель составил  $93,8 \pm 2,7$  г (табл. 3).

Максимальная урожайность, достоверно превышающая стандарты, выявлена у сортов среднеспелой группы Сиверский (40,0 т/га), Аляска (39,5 т/га) и Утро (35,1 т/га). Среднеранние сорта Сударыня (32,8 т/га), Дебют (32,4 т/га), Садон (32,0 т/га) и Краса Мещеры (31,9 т/га) достоверно превзошли по продуктивности ранние и среднеранние стандарты Удача, Ароза и Гала. Все сортообразцы, сформировавшие максимальную продуктивность, относились к среднеспелой и среднеранней группам. При этом минимальной продуктивностью характеризовались раннеспелые сорта Купец (17,7 т/га), Терра (17,7 т/га) и Барин (18,8 т/га), и некоторые сорта среднеранней и среднеспелой групп: Третьяковка (17,0 т/га), Призер (18,3 т/га), Северное сияние (17,6 т/га). Кроме того, невысокая продуктивность отмечена у сортов Кемеровского НИИСХ, Приморского НИИСХ и СибНИИСХиТ (табл. 3).

ровавшие максимальную продуктивность, относились к среднеспелой и среднеранней группам. При этом минимальной продуктивностью характеризовались раннеспелые сорта Купец (17,7 т/га), Терра (17,7 т/га) и Барин (18,8 т/га), и некоторые сорта среднеранней и среднеспелой групп: Третьяковка (17,0 т/га), Призер (18,3 т/га), Северное сияние (17,6 т/га). Кроме того, невысокая продуктивность отмечена у сортов Кемеровского НИИСХ, Приморского НИИСХ и СибНИИСХиТ (табл. 3).

Таблица 3. Характеристика сортообразцов по урожайности и ее компонентам

Сорт	Урожайность, т/га	Кол-во клубней на 1 растение, шт.	Средний вес клубня, г.
Барин	18,8	3,8	123,1
Варяг	25,1	6,8	91,7
Гранд	23,2	6,8	85,2
Дебют	32,4**	8,6*	93,5
Краса Мещеры	31,9**	8,8*	90,1
Корчма	22,5	3,9	141,5**
Красавчик	25,6	5,6	115,3
Кумач	26,2	7,5	87,5
Купец	17,7	4,1	107,6
Пламя	23,3	7,0	81,3
Призер	18,3	4,9	93,6
Садон	32,0**	7,8*	102,2
Северное Сияние	17,6	4,8	93,5
Сигнал	26,8	8,8*	76,1
Третьяковка	17,0	4,2	100,7
Утро	35,1*	8,6*	101,3
Эликсред	23,2	6,7	87,2
Калибр	19,3	5,3	90,8
Сердолик	27,3	6,5	104,6
Сиверский	40,0*	10,8*	92,4
Сударыня	32,8**	10,6*	77,0
Аляска	39,5*	10,8*	91,1
Захар	20,0	7,1	69,9
Легенда	25,3	6,9	92,0
Терра	17,7	4,7	93,6
Дачница	21,7	6,7	80,4
92-11	18,4	4,1	108,0
6-14-11	7,6	3,1	62,5
Маринский	4,7	2,6	42,2
4530-5	12,5	3,1	102,8
Августин	8,2	2,6	77,0
Казачок	10,6	3,2	84,7
Смак	13,0	3,4	96,4
Янтарь	10,3	2,7	97,6
Брусника	13,2	4,1	85,5
Нарымская ночка	11,2	3,6	78,4
Сокур	8,3	2,6	81,4
Юбиляр	13,9	2,9	118,0
Нальчикский	20,7	7,3	79,4
Удача, ст.	24,8	5,3	116,6
Ароза, ст.	22,2	6,1	92,3
Гала, ст	25,1	5,4	117,9
Жигулевский, ст.	28,0	5,4	129,1
НСР <sub>05</sub>	6,2	1,6	22,4
V%	40,3	40,7	19,2

Примечание: \*достоверное превышение всех стандартов, \*\*достоверное превышение по урожайности трех стандартов, кроме с. Жигулевский.

Урожайность картофеля в вегетационный период 2019 года практически полностью была обусловлена количеством клубней на одно растение. Коэффициент корреляции между этими показателями составил 0,92; тогда как между урожайностью и средней массой клубня коэффициент корреляции был 0,28.

Сортообразцы с минимальной урожайностью отличались низким количеством клубней на одно растение. Лишь раннеспелый сорт Корчма формировал урожайность преимущественно за счет высокой массы клубня, достоверно превзойдя по этому показателю стандарты Удача, Ароза и Гала. Довольно существенный вклад в общую урожайность масса клубня вносила также у среднераннего сорта Красавчик и

ранних сортов Барин и Юбиляр, которые достоверно превзошли по этому показателю стандарт Ароза.

Таким образом, в агроэкологических условиях 2019 года преимущество по урожайности имели сорта среднеспелой и среднеранней групп. Урожайность при этом практически полностью зависела от количества клубней на одно растение.

Общая характеристика сортов картофеля, выделившихся по комплексу хозяйственно-ценных признаков в вегетационный период 2019 года, сочетающих высокие показатели урожайности, устойчивости к вирусным патогенам, адаптированных к агроэкологическим условиям повышенной температуры воздуха и недостаточному увлажнению приведена в таблице 4.

Таблица 4. Общая характеристика сортов картофеля, выделившихся по комплексу хозяйственно-ценных признаков

Сорт	Оригинатор	Урожайность, т/га	Группа спелости	Посадка-полные всходы, суток	Полные всходы-полное цветение, суток	Высота куста на 60 день от посадки, см.	Полевая вирусостойчивость, балл
Сиверский	ЛенНИИСХ	40,0	С.с.	22	26	63,2	8,75
Аляска	УралНИИСХ	39,5	С.с.	24	24	54,7	8,50
Утро	ВНИИКХ	35,1	С.с.	22	18	66,5	9,00
Сударыня	ЛенНИИСХ	32,8	С.р.	22	33	63,2	8,75
Дебют	ВНИИКХ	32,4	С.р.	22	20	53,7	9,00
Садон	Фат-Агро	32,0	С.р.	22	23	40,7	9,00
Краса Мещеры	ВНИИКХ	31,9	С.р.	24	23	51,7	9,00

**Заключение.** В условиях вегетационного периода 2019 года некоторое преимущество по продуктивности имели генотипы с коротким периодом от посадки до полных всходов (22-24 дня), а также сорта с достаточно коротким периодом от полных всходов до начала цветения, то есть до начала завязывания и нарастания массы клубней, что может свидетельствовать об устойчивости таких сортов картофеля к недостаточному увлажнению.

Выявлена зависимость продуктивности изученных сортообразцов от высоты растений в фазу полного цветения (60 день от посадки). Предварительно можно отметить, что преимущество по урожайности в указанных условиях имели сорта с высоким прямостоячим габитусом куста, что косвенно может свидетельствовать о по-

вышенной устойчивости таких сортов к высокой температуре воздуха и недостаточному увлажнению

Идентифицированы сорта с высокой полевой устойчивостью к комплексу вирусных патогенов, не проявивших в вегетационный период 2019 года каких-либо визуальных симптомов: Дебют, Краса Мещеры, Садон, Сигнал, Третьяковка, Утро, Сердолик, Янтарь, Нарымская Ночка, Нальчикский, стандарты Ароза и Гала, а также сорта с минимальными симптомами поражения мозаичным закручиванием листьев: Красавчик, Кумач, Пламя, Сиверский, Аляска, Корчма, Брусника.

В агроэкологических условиях 2019 года преимущество по урожайности имели сорта среднеспелой и среднеранней групп. Максимальной продуктивностью характе-

ризовались среднеспелые сорта Сиверский (40,0 т/га), Аляска (39,5 т/га) и Утро (35,1 т/га) и среднеранние сорта Сударыня (32,8 т/га), Дебют (32,4 т/га), Садон (32,0 т/га) и Краса Мещеры (31,9 т/га). Урожайность при этом практически полностью зависела от количества клубней на одно растение.

По комплексу хозяйственно-ценных признаков идентифицированы сорта картофеля, сочетающие высокие показатели урожайности, устойчивости к вирусным патогенам, адаптированные к агроэкологическим условиям повышенной температуры воздуха и недостаточному увлажнению: Сиверский, Аляска, Утро, Сударыня, Дебют, Садон, Краса Мещеры.

#### Библиографический список

1. *Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля* // Симанков Е.А., Склярлова Н.П., Яшина И.М. – М.: ООО Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006.
2. *Методические указания по экологическому сортоиспытанию картофеля.* – М.: ВНИИКХ, 1982.
3. *Методика исследований картофеля по защите от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету.* – М.: ВНИИКХ, 1995.
4. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985.

#### EVALUATION OF POTATO VARIETIES FOR RESISTANCE TO VIRAL DISEASES, HIGH AIR TEMPERATURES AND INSUFFICIENT MOISTURE

**A.L. Bakunov**, *Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher*

**A.V. Milekhin**, *Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher*

**S.L. Rubtsov**, *Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher*

**N.N. Dmitrieva**, *Researcher*

**Samara Scientific Research Institute of Agriculture named after N. M. Tulaykov – branch of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (Russia, Bezenchuk)**

**Abstract.** *The results of the study of new and promising potatoes varieties on a hard natural infectious background in conditions of high air temperatures and insufficient moisture are presented. As a result of a comprehensive assessment in the growing season of 2019, new and promising domestic varieties have been identified, combining high yield, resistance to viral pathogens, adapted to agroecological conditions of high air temperature and insufficient moisture. The results of the research can be applied in the production of potatoes to increase the assortment of potatoes cultivated in the Samara region and the wider introduction of domestic table varieties, which will fully meet the needs of the population in quality potatoes.*

**Keywords:** *potato, variety, resistance to viruses, heat tolerance, drought tolerance.*