

Hybridsortensystem bei Majoran (*Origanum majorana* L.)

J. NOVAK, C. BITSCH, M. MARN, J. LANGBEHN, F. PANK, W.D. BLÜTHNER,
R. MARCHART, W. JUNGHANNS und C. FRANZ

„Indeed, Sir, she was the sweet marjoram of the salad, or rather the herb of grace.“

(William Shakespeare,
„All's Well that Ends Well“, IV, 5)

Einleitung

Majoran (*Origanum majorana* L. syn. *Majorana hortensis* Moench.) ist eine mehrjährige Pflanze aus der Familie der Lippenblütler, die unter mitteleuropäischen Bedingungen nicht winterhart ist und daher hier einjährig kultiviert wird. Majoran zählt - vor allem in Mitteleuropa - zu den wichtigsten Gewürzen mit dem größtem Anbauumfang. So werden jährlich in Deutschland etwa 500 t importiert, in den Niederlanden 400 t, in Frankreich 500 t, in Großbritannien 250 t und in den USA 450 t (MAFTEI 1991). Die größten Produktionsländer sind Ägypten, gefolgt von Deutschland mit einem Anbauumfang von etwa 500 ha, Polen mit etwa 450 ha und Ungarn mit etwa 150 ha. Traditionell waren auch Frankreich und Österreich große Anbauländer, hier vor allem der burgenländische Seewinkel. Der Anbau kam aber nach dem 2. Weltkrieg komplett zum Erliegen.

Eine Grundvoraussetzung für die Erzeugung von Hybridsaatgut sind praktikable Systeme zur Vermeidung der Bestäubung innerhalb einer Population. Ein derartiges System ist etwa durch das Ausnutzen einer gestörten Entwicklung der Antheren möglich, bei der es zu keiner Ausbildung von funktionsfähigen Pollen kommt (männliche Sterilität). Gynodiözie, das Vorkommen von rein weiblichen (männlich sterilen) Pflanzen und zweigeschlechtlichen Pflanzen in einer Population, wurde bereits sehr oft bei Lippenblütlern beschrieben, z.B. auch bei *Origanum vulgare* (LEWIS 1952, IETSWAART 1984, ELENA-ROSSELO 1976) und *Thymus vulgaris* (BELHAS-

SEN 1991, BELHASSEN 1989), wobei die Gynodiözie meist mit großen ökologischen Vorteilen, zum Beispiel einer besseren Samenqualität von männlich sterilen Blüten, verbunden ist (NOVAK 1995). Aber auch bei Majoran selbst ist männliche Sterilität mit kerngenetischem Hintergrund (gms) bereits beschrieben (KAUL 1988). Aber neben dieser kerngenetischen Determination der männlichen Sterilität konnte am Institut für Angewandte Botanik, VMU, im Rahmen eines Züchtungsprojektes an Majoran auch eine zytoplasmatisch bedingte männliche Sterilität (cms) identifiziert werden, die natürlich eine größere Praktikabilität aufweist. Mit dieser Voraussetzung gab es Interesse sowohl von Anbau- als auch von Züchterseite, ein europäisches Forschungsprojekt zu initiieren, das sich unter anderen Aspekten auch mit der Entwicklung eines Hybridsortensystems bei Majoran befassen sollte. Aus den Arbeiten dieses Projektes sollen im folgenden einige interessante Ergebnisse dargestellt werden.

Aufbau des Projektes

Das Projekt (FAIR3 CT96 1914 „*Origanum* sp. and *Salvia* sp.: Integrated Breeding Research to Improve Homogeneity and Quality of Multifunctional Secondary Plant Products“) gliederte sich in vier Hauptpunkte („Tasks“), wobei „Task 1“ die Machbarkeit bzw. Erstellung eines Hybridsortensystems bei Majoran betraf (Abbildung 1). Innerhalb dieses Tasks gab es folgende Unterteilung in Subtasks:

Subtasks 1 bis 5 - Entwicklung des Hybridsystems:

- Subtask 1: Aufbau des Maintainer systems zur cms (*Institut für Angewandte Botanik* (P1))
- Subtask 2: Aufbau der Inzuchtlinien bei den Bestäubern (*Institut f. Gartenbauliche Kulturen* (P2))

- Subtask 3: Kontrollierte Kreuzungen für die gca- und sca-Prüfung (*N.L.CHRESTENSEN* (P5))
- Subtask 4: Prüfung der allgemeinen Kombinationseignung (gca) (*N.L.CHRESTENSEN* (P5))
- Subtask 5: Prüfung der speziellen Kombinationseignung (sca) an drei Orten (*MAWEA, Deutschland* (P3), *DARBONNE, Frankreich* (P5), *ISA FA, Italien* (P7))

Subtasks 6 bis 10 - Untersuchungen einzelner Parameter, die wegen ihrer Komplexität zentralisiert für alle Versuche durchgeführt werden.

- Subtask 6: Gehalt und Zusammensetzung des ätherischen Öles (P1, P2, P7)
- Subtask 7: Sensorische Qualität und Identifizierung von Off-Flavour-Typen (P3)
- Subtask 8: Morphometrie und Farbmessung der Blätter (P2)
- Subtask 9: Molekularbiologie (P2)
- Subtask 10: Technologische Verarbeitbarkeit (P3)

Aus dem Subtask 1 (Aufbau des Maintainersystems), Subtask 2 (Aufbau der Inzuchtlinien) und Subtask 4 (Prüfung der allgemeinen Kombinationseignung) werden nun einige ausgewählte Ergebnisse dargestellt.

Aufbau des Maintainersystems (Subtask 1)

Frühere Blüte der cms-Pflanzen

Der Aufbau des Maintainersystems begann bereits zwei Jahre vor Projektbeginn, wobei fünf nach sensorischen Kriterien und Ertrag bereits vorselektierte Populationen als Maintainer ausgewählt wurden. Generell blühten sowohl die cms-Pflanzen als auch die Maintainer im Vergleich zu Standardsorten des Anbaus sehr spät. Zwischen cms und Maintai-

Autoren: J. NOVAK, C. BITSCH, M. MARN, C. FRANZ, Institut für Angewandte Botanik, Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, A-1210 WIEN; J. LANGBEHN, F. PANK, Institut für Gartenbauliche Kulturen, Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Neuer Weg 22/23, D-06484 QUEDLINBURG; W.D. BLÜTHNER, R. MARCHART, N.L.CHRESTENSEN, Erfurter Zucht- und Produktions GmbH, D-99016 ERFURT; W. JUNGHANNS, Dr. JUNGHANNS GmbH, Untere Dorfstraße 8, D-06449 GROSS-SCHIERSTEDT



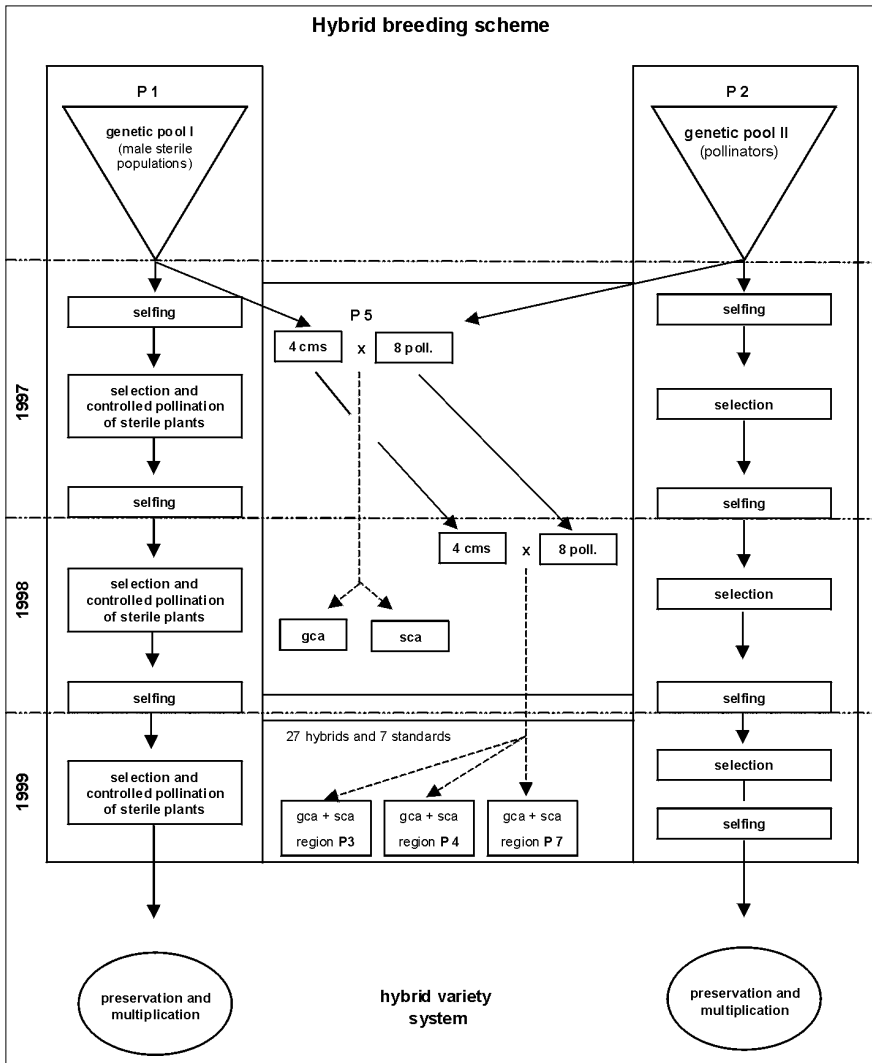


Abbildung 1: Ablaufdiagramm zur Erstellung des Hybridsystems bei Majoran

nern zeigte sich aber weiters in der dritten und vierten Generation der Introduktion des kerngenetischen Materials der

Maintainer immer noch ein anhaltend statistisch signifikanter Unterschied der Blüte zwischen cms und Maintainern

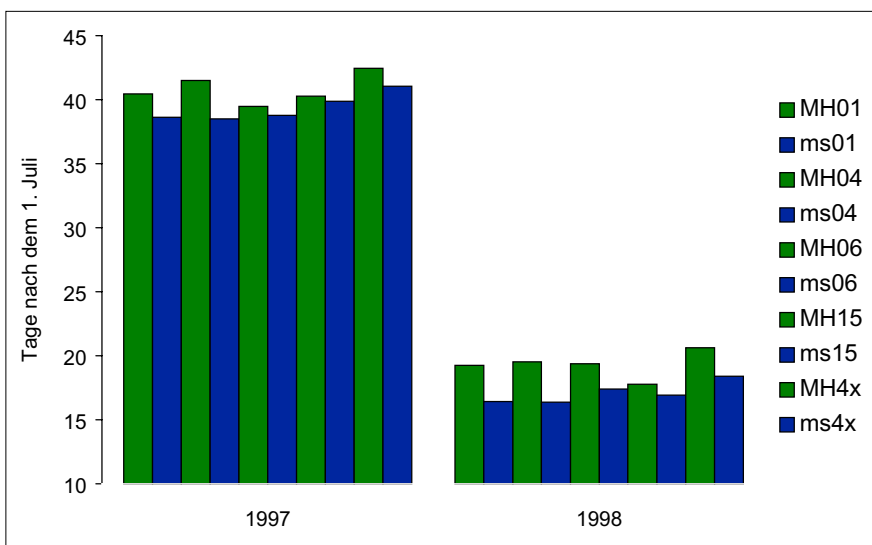


Abbildung 2: Blüte der Maintainer (MH01 bis MH4x) im Vergleich zu ihren jeweiligen cms-Partnern (ms01 bis ms4x) in den Jahren 1997 und 1998

von im Mittel zwei Tagen (Abbildung 2) (NOVAK et al. vorbereitet). Die insgesamt wesentlich frühere Blüte 1998 war auf einen früheren Auspflanztermin zurückzuführen.

Spektrophotometrische Farbmessung

Die Farbe ist bei Gewürzen ein äußerst wichtiges sensorisches Merkmal. Neben der Beurteilung durch ein sensorisches Panel haben sich bereits auch verschiedene analytische Farbmesssysteme wie etwa das CIELAB-System etabliert. Das Lab-Farbsystem beruht auf der Messung dreier Koordinaten: L* (Helligkeit), a* (Koordinate grün bis rot), b* (Koordinate blau bis gelb) (PANK et al. 2000). Nach einer Akzeptanzstudie der Farbe von Majoran bei deutschen Fleischhauern wurden deren Beurteilungen mit den Farbkoordinaten korreliert. In Abbildung 3 ist dieses Ergebnis veranschaulicht. Deutlich fehlfarbene Proben zeigten geringere b*-Werte und höhere a*-Werte. Die sensorische Farbbeurteilung ergab bessere Werte bei positiveren b*-Werten und bei negativeren a*-Werten (PANK 1999b). Vergleicht man nun die a*-Koordinate zwischen ms-Populationen und Maintainerpopulationen miteinander (Abbildung 4), so sieht man, dass im Regelfall die ms-Populationen stärker negative Werte, also sensorisch bessere Beurteilungen, erzielten als die dazugehörigen Maintainer. Diese bessere sensorische Akzeptanz der Pflanzen mit männlich sterilen Blüten ist auf die kleineren Kronblätter der cms-Pflanzen zurückzuführen (NOVAK et al. vorbereitet).

Aufbau der Inzuchtlinien der Bestäuberseite (Subtask 2)

Männliche Sterilität in verschiedenen Herkünften

Wie bereits erwähnt, ist die männliche Sterilität in der Familie der Lippenblütler nicht selten und von ökologischem Vorteil. Trotzdem überraschte bei der Sammlung der Herkünfte für die Bestäuberseite der extrem hohe Grad der Sterilität (Abbildung 5, PANK et al. Euphytica, eingereicht). Nur drei Populationen zeigten eine Fertilität von über 50 %, wobei zwei davon (Herkunft 1 und 7) dieselbe Sorte ('Marcelka') aus verschiedener Provenienz stammten. Alle Popu-

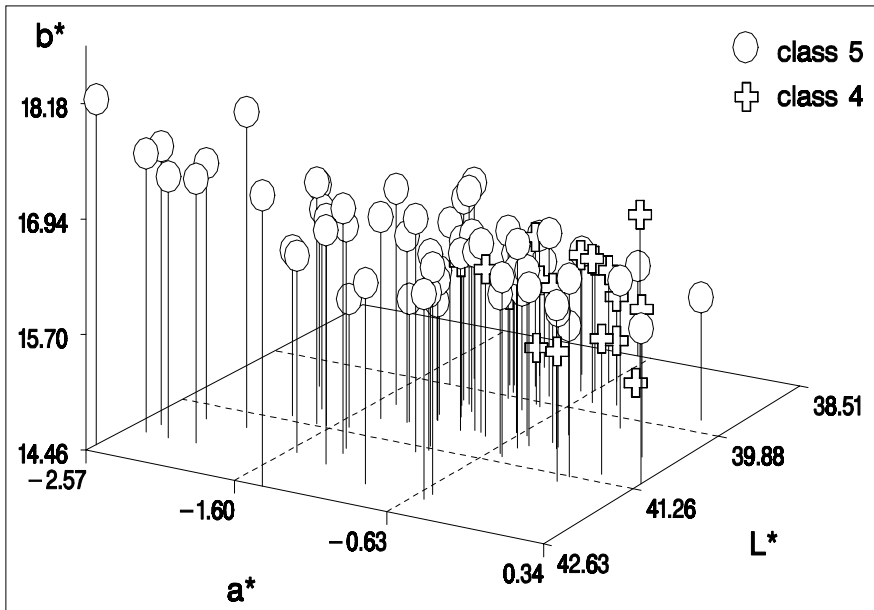


Abbildung 3: Darstellung der Proben des Akzeptanzversuches im L*a*b*-System (class 4...deutlich missfarbene Proben)

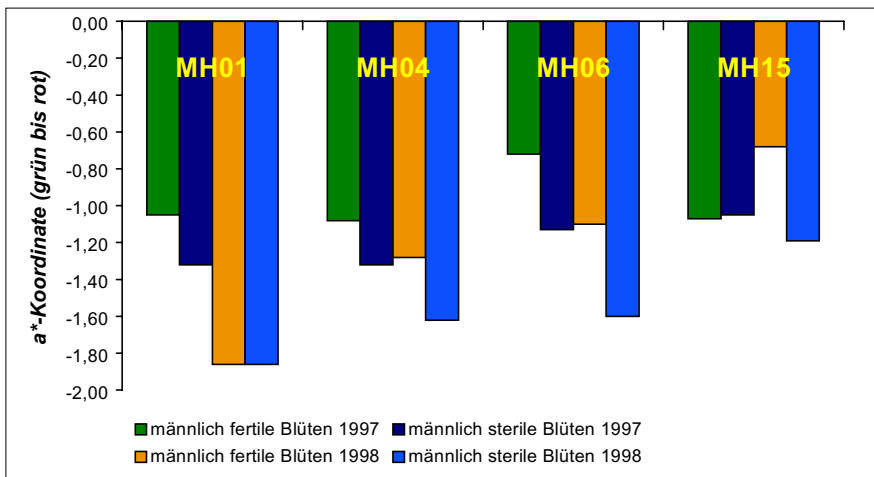


Abbildung 4: a*-Koordinate des L*a*b*-Systems, Gegenüberstellung von männlich fertilen und männlich sterilen Pflanzen einzelner Genotypen (MH01, MH04, MH06 und MH15)

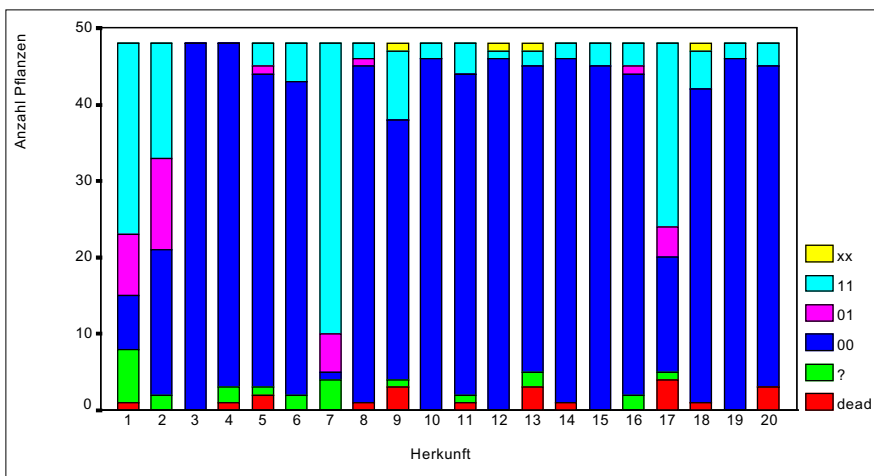


Abbildung 5: Männliche Sterilität in 20 Herkünften von Majoran (00...vollständig männlich sterile Pflanzen, 01...partiell männlich fertil, 11...vollständig männlich steril)

lationen mit höherer Fertilität waren züchterisch vorbearbeitet. Die Auswahl der Bestäuber wurde auf die fertilsten Herkünfte mit hoher Standfestigkeit, hohem Gehalt an ätherischem Öl und hohem Ertrag eingengt.

Variabilität von Ertrag und Gehalt an ätherischem Öl in verschiedenen Herkünften

Die Heterogenität des vorhandenen genetischen Materials von Majoran wird im europäischen Anbau sehr oft beklagt. Der Hauptanteil des in Praxis befindlichen Saatgutes entsteht nach wie vor als Nebenprodukt der Gewürzproduktion von Majoran (vor allem in Ägypten) und wird meist von Saatgutfirmen importiert und in Europa offeriert. Es gibt nur wenig gezüchtetes Material und Sorten, etwa „Marcelka“ (Slowakei), „Erfö“ (Deutschland), „Max“ (Deutschland) und „Mara“ (Österreich/Italien). Neben anderen Parametern (vor allem die uneinheitliche Blütezeit, die aber für die Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes wichtig ist), sind auch Ertrag und Gehalt an ätherischem Öl noch sehr heterogen und variabel (Boxplotdarstellungen in *Abbildung 6* und *Abbildung 7*).

Zwischen den Herkünften kann auf Grund der hohen Variabilität nicht unterschieden werden. Selbst züchterisch bearbeitetes Material wie „Marcelka“ (Nummern 1 und 7, zwei unterschiedliche Herkünfte) zeigen noch eine große Variabilität. Im Falle des Gehaltes an ätherischem Öl ist dies einsichtig, da es bisher an schnellen und kostengünstigen Methoden, die für Selektionen geeignet gewesen wäre, fehlte. Hier könnten aber neue Ansätze wie etwa Blattabdruck (NOVAK 1996) oder NIRS (Nah-Infrarotspektroskopie) (SCHULZ 1999) ein schnelles und umfangreiches Screening erlauben. Andererseits muß die Bedeutung dieses Merkmals in Zweifel gezogen werden, da zwischen dem Gehalt an ätherischem Öl und sensorischen Beurteilungen von Geruch und Geschmack kein deutlicher Zusammenhang gefunden wurde (PANK 1999a).

Korrelation zwischen Vegetationsdauer, Buschdurchmesser und Ertrag

In einer Evaluierung verschiedenster Parameter an verschiedenen Herkünften

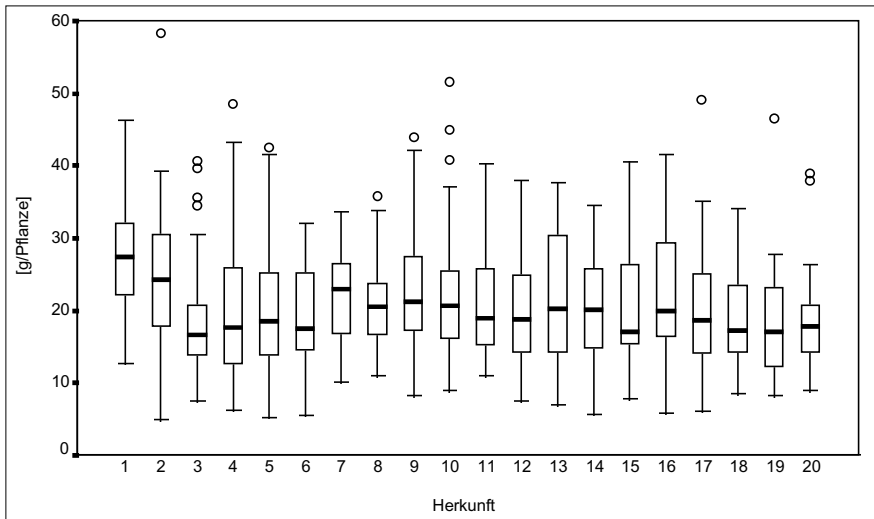


Abbildung 6: Einzelpflanzenenertrag der Blatt-Blütenfraktion der Bestäuberpopulationen bei 14 % Wassergehalt, 1997

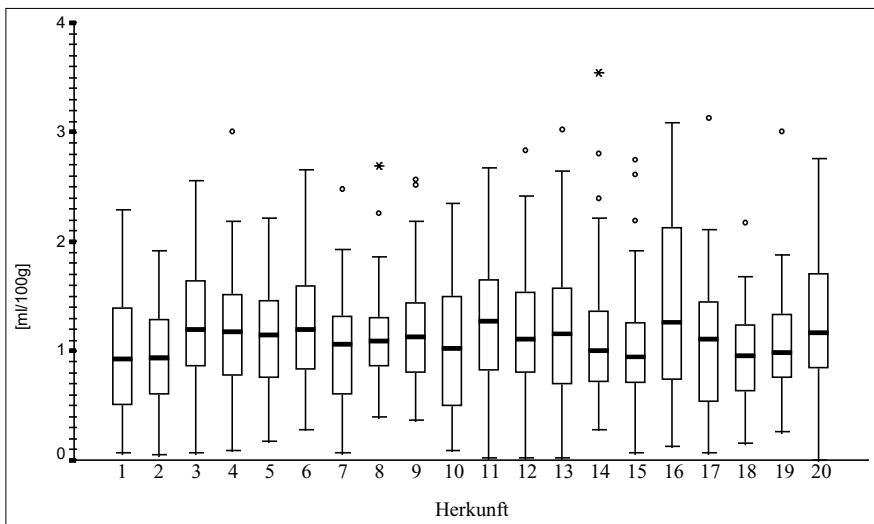


Abbildung 7: Gehalt an ätherischem Öl der Bestäuberpopulationen, 1997

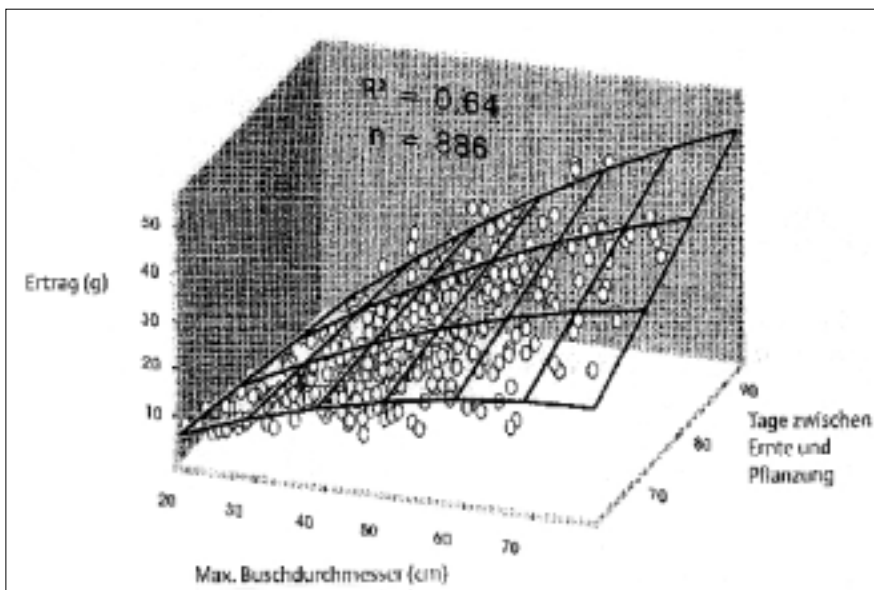


Abbildung 8: Korrelation zwischen maximalem Buschdurchmesser, Blühzeitpunkt und Ertrag

vor Projektbeginn stellte sich heraus, dass sowohl zwischen später Blüte und höherem Ertrag als auch zwischen dem maximalen Buschdurchmesser der Pflanzen am Feld und hohem Ertrag eine positive Korrelation besteht (Abbildung 8) (PANK 1999a). Da der Buschdurchmesser sehr einfach und schnell zu bestimmen ist, wird er auch im Projekt als indirekter Ertragsschätzer verwendet, vor allem wenn zur Blütezeit der Ertrag beurteilt werden soll, die jeweilige Pflanze aber bis zur Saatgutreife geführt werden sollte.

Prüfung auf Kombinations-eignung (Subtask 4)

In den folgenden ausgewählten Parametern wird auf Bestäuberseite (genannt „Vater“) die Sorte „Marcelka“ und auf der männlich sterilen Seite des Hybriden („Mutter“) die „cms4“ als Standard geführt. Es werden für das jeweilige Merkmal nur ausgewählte Kombinationen dargestellt. Der Wert der speziellen Kombinationseignung (SCA) wird relativ angegeben. Die Werte stellen Mittelwerte eines bei der Firma N. L. CHRESTENSEN, Erfurt, Deutschland, im Jahr 1998 durchgeführten Parzellenversuches (Blockanlage) mit drei Wiederholungen dar (BLÜTHNER et al. vorbereitet).

Beginn der Blüte

„cms4“ ist spätblühend mit einem um ca. 6 Tage späteren Blühbeginn als „Marcelka“ (Tabelle 1). Die Kombinationen lagen alle im Bereich der frühen Blüte von „Marcelka“. Die Kombination „1x18“ ist besonders früh und liegt sogar 8 Tage vor „Marcelka“. Keine Kombination erreicht die späte Blüte der „cms4“. Eine späte Blüte wäre im Ertrag besser als eine frühere Blüte (siehe oben), aber auch eine Streckung der Ernteperiode durch den Einsatz früher und später Sorten wäre für eine bessere Auslastung der Maschinen einer Anbauorganisation vorteilhaft.

Drogenertrag

Hier lag der cms-Standard bereits selbst 33 % über „Marcelka“ (Tabelle 2). Die beste Kombination „3x17“ lag mit 27 dt/ha 45 % über „Marcelka“ aber nur 9 % über „cms4“. Interessant bei dieser Kombination ist aber sicher die frühe

Tabelle 1: Blühzeitpunkt ausgewählter Kombinationen

Mutter	Vater	Blühzeitpunkt (Tage nach der Auspflanzung)	% Marcelka	% cms4	% sca
-	Marcelka	65,0	100,0	91,9	-
1	02	62,7	96,5	88,7	1,6
1	15	61,7	94,9	87,3	-0,8
1	17	65,7	101,1	92,9	3,0
1	18	57,0	87,7	80,6	-3,3
2	02	59,7	91,8	84,4	-3,9
2	09	63,7	98,0	90,1	3,0
2	15	63,0	96,9	89,1	1,0
2	17	64,3	98,9	90,9	0,6
3	01	65,7	101,1	92,9	1,4
3	09	61,7	94,9	87,3	-1,5
3	17	66,7	102,6	94,3	2,9
4	01	65,7	101,1	92,9	-0,3
4	17	61,7	94,9	87,3	-6,8
4	18	66,3	102,0	93,8	8,0
cms 4	-	70,7	108,8	100,0	-
Gesamt	-	64,1	98,6	90,7	-

Tabelle 2: Ertrag der Blatt-Blütenfraktion [dt/ha] ausgewählter Kombinationen bei 14 % Wassergehalt

Mutter	Vater	Ertrag	% Marcelka	% cms4	% sca
-	Marcelka	9,07	100,0	69,6	-
1	02	11,72	129,2	89,9	19,4
1	15	6,83	75,3	52,4	-30,9
1	18	7,33	80,8	56,3	-16,9
2	02	6,83	75,3	52,4	-31,8
2	09	9,69	106,8	74,4	10,9
2	15	9,60	105,8	73,7	11,6
3	01	11,54	127,2	88,6	3,2
3	09	9,53	105,1	73,1	-12,6
3	17	13,97	154,0	107,2	9,9
4	01	9,29	102,4	71,3	-10,9
4	17	9,54	105,2	73,2	-22,8
4	18	11,94	131,6	91,6	21,7
cms 4	-	13,03	143,7	100	-
Gesamt	-	10,24	112,9	78,6	-

Tabelle 3: Gehalt an ätherischem Öl [%] von ausgewählten Kombinationen

Mutter	Vater	% äth. Öl	% Marcelka	% cms 4	% sca
-	Marcelka	1,54	100,0	61,8	-
1	01	1,69	109,7	67,9	-20,7
1	09	2,90	188,3	116,5	10,7
3	01	1,79	116,2	71,9	11,2
3	07	2,02	131,2	81,1	13,4
3	17	1,40	90,9	56,2	-23,6
3	18	1,76	114,3	70,7	10,2
4	07	1,97	127,9	79,1	-10,1
4	09	2,15	139,6	86,3	-18,6
4	17	2,56	166,2	102,8	16,0
4	18	1,80	116,9	72,3	-11,1
cms 4	-	2,49	161,7	100,0	-
Gesamt	-	2,22	144,2	89,2	-

Reife der „Marcelka“ kombiniert mit dem hohen Ertrag der späten „cms4“.

Gehalt an ätherischem Öl

Das Gesamtmittel lag mit 2,2 % vergli-

chen mit Handelsproben sehr hoch (Tabelle 3). „cms4“ hatte mit 2,5 % einen um ca. 1 % höheren Gehalt als „Marcelka“, übertroffen vor allem von der Kombination „1x09“ mit dem für Majoran

exorbitant hohen Gehalt von im Mittel 2,9 %. Der höchste Kombinationseffekt wurde aber bei der Kombination „4x17“ (sca%=16 %) beobachtet. Im Vergleich dazu hatte die Kombination „3x17“ mit nur 1,4 % ätherischem Öl einen Kombinationswert von -24 %.

Sensorische Beurteilung des Geruches

Geruch und Geschmack sind eng miteinander korrelierte sensorische Merkmale bei Majoran (PANK 1999a). Deshalb werden hier nur die Ergebnisse der sensorischen Beurteilung des Geruches dargestellt (Tabelle 4). Bei der Beurteilung selbst werden dabei von einem geschulten Panel Geruch und Geschmack in 5 Kategorien eingestuft (Fachbereichsstandard 1988). Deshalb wurden von diesen Parametern keine sca-Werte errechnet.

„Marcelka“ und „cms4“ liegen mit einer mittleren Beurteilung von 4 bereits recht gut. Die Kombination mit dem höchsten Gehalt an ätherischem Öl („1x09“) lag mit einer Benotung von 3,3 sehr schlecht und kommt daher sicher nicht in Frage, da „Off-flavour“-Typen wie diese Kombination sofort aus dem Zuchtprozess eliminiert werden. Erstaunlich hingegen war die Kombination „4x07“, bei der alle 3 Parzellen die Bestnote 5 erzielten.

Zusammenfassung

Es ist bei Majoran möglich, eine stabile zytoplasmatisch männliche Sterilität für ein Hybridsystem zu nutzen. Bei der Entwicklung eines derartigen Systems zeigte sich neben einer nach wie vor enorm großen Heterogenität von Herkünften zum Beispiel bei Blütezeit, Ertrag und Gehalt an ätherischem Öl, dass männlich sterile Pflanzen in der Farbbeurteilung des Gewürzes, die auch Teil der Sensorik ist, bedingt durch ihre kleineren weissen Kronblätter, besser abschneiden als männlich fertile Pflanzen. Da das gewünschte Erntegut nicht die Samen sind, sondern die Blatt-Blütenfraktion zu Beginn der Blüte, ist ein Restorersystem der Fertilität gar nicht notwendig, bzw. würde zu sensorisch schlechterem Material führen. Bei den für die Bestäubung vorgesehenen Herkünften gab es einen sehr hohen Anteil männlich steriler Pflanzen, der eine Ein-

Tabelle 4: Sensorische Beurteilung (Geruch) ausgewählter Kombinationen (1...schlechter, artfremder Geruch; 5...Bestnote, majorantypisch)

Mutter	Vater	Geruch	% Marcelka	% cms4
-	Marcelka	4,0	100,0	100,0
1	02	4,2	105,0	105,0
1	07	4,5	112,5	112,5
1	09	3,3	82,5	82,5
1	15	4,3	107,5	107,5
1	18	3,2	80,0	80,0
2	18	3,0	75,0	75,0
3	02	4,7	117,5	117,5
3	07	4,5	112,5	112,5
3	15	4,5	112,5	112,5
4	02	4,7	117,5	117,5
4	07	5,0	125,0	125,0
4	09	4,5	112,5	112,5
4	18	4,7	117,5	117,5
cms4	-	4,0	100,0	100,0
Gesamt		4,1	102,5	102,5

engung auf nur wenige männlich fertile Herkünfte notwendig machte. Die Kombinationen waren in ihrer Blühzeit alle sehr nahe den Bestäubern und keine so spät wie die cms-Populationen. Der Ertrag der Kombinationen erreichte zwar in einigen Fällen den hohen Wert der cms-Standardpopulation „cms4“, allerdings übertraf keine Kombination signifikant diesen Wert. Der Vorteil der Hybridkombinationen und ein deutlicher Hybrideffekt ist hier sicherlich in der Kombination von früher Blüte und hohem Ertrag zu sehen, da zwischen Blühzeitpunkt und Ertrag eine hoch positive Korrelation besteht. Im Gehalt von ätherischem Öl erreichte eine Kombination sogar den hohen Gehalt von 2,9 %. Im Geruch wurden einige Kombinationen als „bitter“ und „off-flavour“ beurteilt (unter anderem die Kombination mit dem hohen Ölgehalt), sehr viele erreichten aber sehr gute Benotungen, eine

Kombination sogar in allen drei Wiederholungen die Bestnote 5.

Literaturverzeichnis

BELHASSEN, E., L. TRABAUD, D. COUVET & P.H. GOUYON, 1989: An example of non-equilibrium processes: gynodioecy of *Thymus vulgaris* in burned habitats. *Evolution*. 43: pp.662-667.

BELHASSEN, E., B. DOMMÉE, A. ATLAN, P.H. GOUYON, D. PONENTE, M.W. ASSOUD & D. COUVET, 1991: Complex determination of male sterility in *Thymus vulgaris* L.: genetic and molecular analysis. *Theoretical and Applied Genetics*. 82: pp.137-143.

ELENA-ROSSELO, J.A., A. KHEYR-POUR & G. VALDEYRON, 1976: La structure génétique et la régime de la fécondation chez *Origanum vulgare* L.: répartition d'un marqueur enzymique dans deux populations naturelles. *CR Acad Sci*. 283: pp.1587-1589.

Fachbereichstandard Gewürze. Bohnenkraut, Majoran, Thymian, Zwiebelpulver, Paprika, Lorbeerlaub, Kümmel, Zimtaromaganulat, Meistergewürz. Sensorische Qualitätsprüfung der Handelsware. DDR-Fachbereichstandard 1988, TGL 45 611, Gruppe 17950.

IETSWAART, J.H., R.A. BAREL & M.E. IKELAR, 1984: Male sterility and ecology of *Dutch Origanum vulgare* populations. *Acta Botanica Neerlandica*. 33: pp.335-345.

KAUL, M.L.H. 1988: Male sterility in higher plants. Springer, Berlin.

LEWIS, D. & L.K. CROWE, 1952: Male sterility as an outbreeding mechanism in *Origanum vulgare*. *Heredity abstracts*. 6: p.136.

MAFTEI, M. & N. VERLET, 1991: Dry culinary herbs: an overview of selected western European markets. pp.249-292. 3. Nyons. N. Verlet.

NOVAK, J., M. POMMER, C. FRANZ & H. PECH-HACKER, 1995: Die Bestäubung männlich fertiler und männlich steriler Linien von Majoran durch die Honigbiene in Isolationskabinen. *Vorträge für Pflanzenzüchtung* 31, pp.56-59. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen.

NOVAK, J. & C. FRANZ, 1996: Image analysis as a tool for preselecting essential oil content in majoran (*Origanum majorana* L.). *Beiträge zur Züchtungsforschung*. 2: pp.422-425.

PANK, F., J. LANGBEHN, J. NOVAK, W. JUNGHANNS, J. FRANKE, C. BITSCH, F. SCARTEZZINI, C. FRANZ & A. SCHRÖDER, 1999a: Eignung verschiedener Merkmale des Majorans (*Origanum majorana* L.) zur Differenzierung von Populationen und für die indirekte Selektion. 2. Mitteilung: Korrelation der Merkmale. *Z. Arzn. Gew.- pfl.* 4: pp.141-150.

PANK, F., W. SCHNÄCKEL, D. HANRIEDER, J. LANGBEHN, W. JUNGHANNS, A. SCHRÖDER & S. KÜHNE, 1999b: Sensorische Qualität von Majoran (*Origanum majorana* L.). Visuelle Beurteilung und spektrometrische Messung der Farbe und ihr Zusammenhang mit Geruch und Geschmack. *Z. Arzn. Gew.- pfl.* 4: pp.68-74.

PANK, F., W. SCHNÄCKEL, A. SCHRÖDER, J. LANGBEHN, & W. JUNGHANNS, 2000: Majoranfarbe als qualitätsbestimmendes Merkmal. Zusammenhang zwischen visueller Beurteilung und spektrometrischer Messung. *Fleischwirtschaft* 80: pp.89-92.

SCHULZ, H., H. KRÜGER, B. STEUER & F. PANK, 1999: Bestimmung von Inhaltsstoffen des Majorans (*Origanum majorana* L.) mittels Nah-Infrarot-Spektroskopie. *Z. Arzn. Gew.- pfl.* 2: pp.62-67.