

## ความเป็นมาของโครงการพระราชดำริฝนหลวง



ต้นกำเนิดโครงการพระราชดำริฝนหลวง

"...แต่มาเจอคู่มือฟ้า มีเมฆ ทำไมไม่มีเมฆอย่างนี้ ทำไมจะดึงเมฆนี่ลงมาให้ได้ ก็เคยได้ยินเรื่องการทำฝน ก็มาปรารภกับคุณเทพฤทธิ์ ฝนทำได้ มีหนังสือ เคยอ่านหนังสือทำได้..."

โครงการพระราชดำริฝนหลวง เกิดขึ้นจากพระราชดำริส่วนพระองค์ ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อคราวเสด็จพระราชดำเนินเยี่ยมราษฎรในพื้นที่แห้งแล้งทุรกันดาร ๑๕ จังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างวันที่ ๒-๒๐ พฤศจิกายน พ.ศ.๒๔๙๘ ในวันจันทร์ที่ ๑๔ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๔๙๘ เสด็จพระราชดำเนินโดยรถยนต์เดลาเฮย์ ซีดานสีเซียว จากจังหวัดนครพนมไปจังหวัดกาฬสินธุ์ ผ่านจังหวัดสกลนครและ เทือกเขาภูพาน ได้ทรงรับทราบถึงความเดือดร้อน ทุกข์ยากของราษฎร และเกษตรกรที่ขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค และการเกษตร เมื่อเสด็จพระราชดำเนินกลับถึงกรุงเทพมหานคร ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้หม่อมราชวงศ์เทพฤทธิ์ เทวกุล วิศวกรและนักประดิษฐ์ควายเหล็กที่มีชื่อเสียงเข้าเฝ้าฯ แล้วพระราชทานแนวความคิดนั้นแก่หม่อมราชวงศ์เทพฤทธิ์ เทวกุล

### ทฤษฎีต้นกำเนิด

"หลักการแรก คือ ให้โปรยสารดูดซับความชื้น (เกลือทะเล) จากเครื่องบิน เพื่อดูดซับความชื้นในอากาศ แล้วใช้สารเย็นจัด (น้ำแข็งแห้ง) เพื่อให้ความชื้นกลั่นตัวและรวมตัวเป็นเมฆ"

ความคิดเริ่มแรกในการดัดแปรสภาพอากาศ เพื่อให้เกิดฝน

จากทฤษฎีเริ่มแรกที่เกิดขึ้นหลังจากพระราชดำริ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ยังทรงใช้เวลาอีก ๑๔ ปี ในการวิเคราะห์วิจัย ทบทวนเอกสาร รายงานผลการศึกษาและข้อมูลต่างๆ พระราชทานให้หม่อมราชวงศ์เทพฤทธิ์ เทวกุล เพื่อประกอบการค้นคว้าทดลองมาโดยตลอด

จาก พ.ศ. ๒๔๘๘ เป็นต้นมา ทรงศึกษาค้นคว้า และวิจัยทางเอกสาร ทั้งด้านวิชาการอุตุนิยมวิทยา และการตัดแปรสภาพอากาศ ซึ่งทรงรอบรู้ และเชี่ยวชาญ เป็นที่ยอมรับทั้งใน และต่างประเทศ จนทรงมีพระทัย จึงพระราชทานแนวคิดนี้แก่ หม่อมราชวงศ์เทพฤทธิ์ เทวกุล ผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยประดิษฐ์ทางด้านเกษตรวิศวกรรม ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ขณะนั้น ในปีถัดมา และทรงพระกรุณาโปรดเกล้าโปรดกระหม่อม ให้หาเส้นทางที่จะทำให้เกิดการทดลองปฏิบัติการในท้องฟ้าให้เป็นไปได้



**การทดลองในท้องฟ้าเป็นครั้งแรก** จนถึงปี พ.ศ. ๒๕๑๒ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้จัดตั้งหน่วยบินปราบศัตรูพืชกรมการข้าว และพร้อมที่จะให้การสนับสนุนในการสนองพระราชประสงค์ หม่อมราชวงศ์เทพฤทธิ์ เทวกุล จึงได้นำความขึ้น กราบบังคมทูลพระกรุณาทรงทราบฯ พร้อมทั้งจะดำเนินการ ตามพระราชประสงค์แล้ว ดังนั้นในปีเดียวกันนั่นเอง ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ทำการทดลองปฏิบัติการจริงในท้องฟ้าเป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ ๑-๒ กรกฎาคม ๒๕๑๒ โดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์แต่งตั้งให้ หม่อมราชวงศ์เทพฤทธิ์ เทวกุล เป็นผู้อำนวยการโครงการ และหัวหน้าคณะปฏิบัติการทดลองเป็นคนแรก และเลือกพื้นที่วนอุทยานเขาใหญ่เป็นพื้นที่ทดลองเป็นแห่งแรกโดยทดลองหยอดก้อนน้ำแข็งแห้ง (dry ice หรือ solid carbondioxide) ขนาดไม่เกิน ๑ ลูกบาศก์นิ้ว เข้าไปในยอดเมฆสูงไม่เกิน ๑๐,๐๐๐ ฟุต ที่ลอยกระจัดกระจายอยู่เหนือพื้นที่ทดลอง ในขณะนั้น ทำให้กลุ่มเมฆ ทดลองเหล่านั้น มีการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์ของเมฆอย่างเห็นได้ชัดเจนเกิดการกลั่นรวมตัวกันหนาแน่น และก่อยอดสูงชันเป็นเมฆฝนขนาดใหญ่ในเวลาอันรวดเร็วแล้ว เคลื่อนตัวตามทิศทางลมพัดไปจากสายตาไม่สามารถสังเกตเห็น เนื่องจากยอดเขาบัง แต่จากการติดตามผล โดยการสำรวจทางภาคพื้นดิน และได้รับรายงานยืนยันด้วยวาจาจากราษฎรว่า เกิดฝนตกลงสู่พื้นที่ทดลองวนอุทยานเขาใหญ่ในที่สุด นับเป็นนิมิตหมายบ่งชี้ให้เห็นว่า การบังคับเมฆให้ เกิดฝนเป็นสิ่งที่เป็นไปได้

แหล่งอ้างอิงข้อมูล จาก “กรมฝนหลวงและการบินเกษตร” สืบค้นผ่านเว็บไซต์

<http://www.royalrain.go.th/royalrain/m/royalinitiativeproject>

## ตำราฝนหลวง



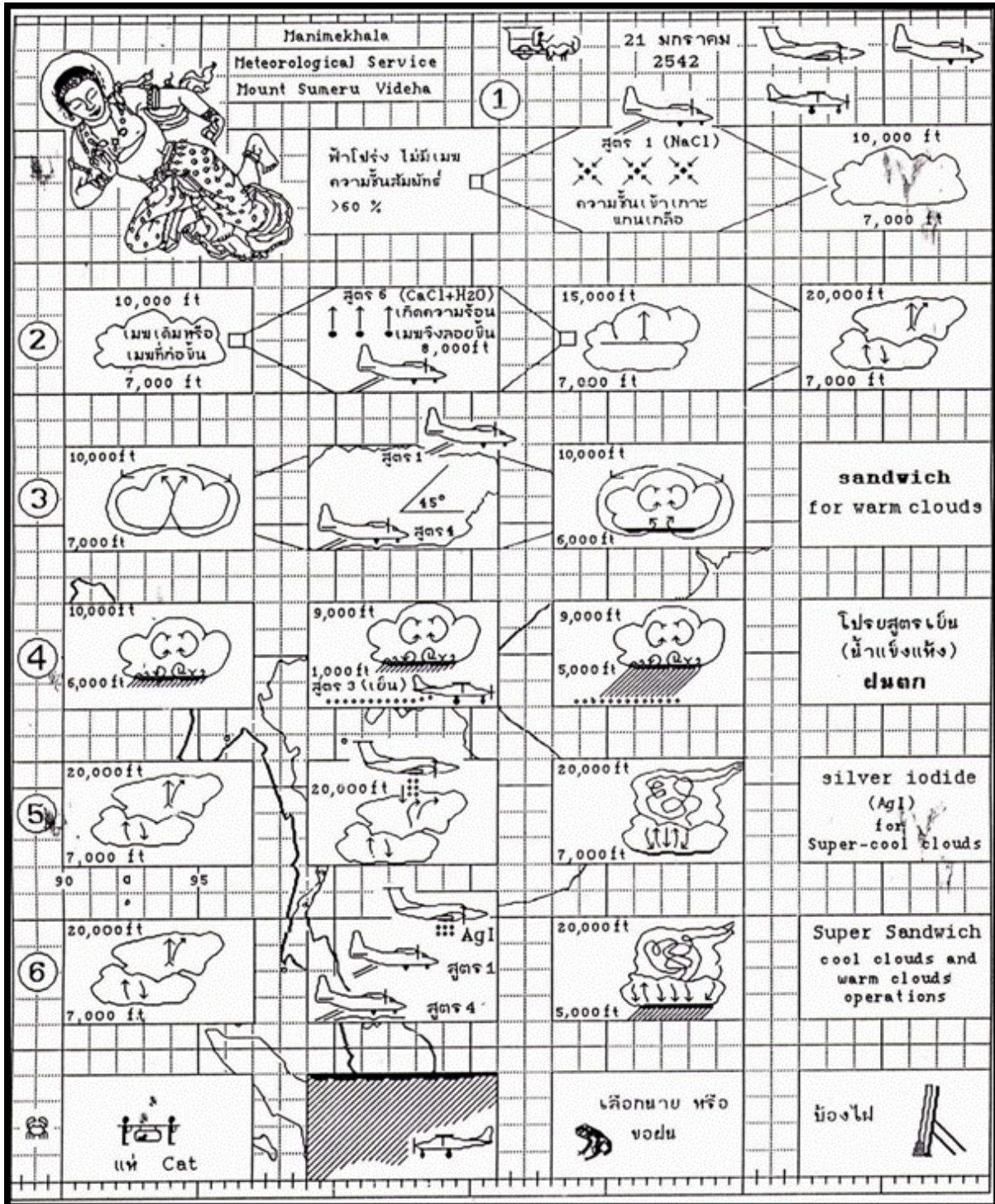
จากการที่โปรดเกล้าฯ ให้มีการปฏิบัติการฝนหลวงพิเศษกุ้ยแล้ง พ.ศ. 2542 อย่างสัมฤทธิ์ผล นอกจากจะโปรดเกล้าฯ ให้ฟื้นฟูทบทวนประสบการณ์และเทคนิคพระราชทานที่เคยปฏิบัติการได้ผลมาแล้ว ในอดีตมาใช้ปฏิบัติการในครั้งนี้แล้ว ยังโปรดเกล้าฯ ให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีและเทคนิคควบคู่กันไปด้วย ซึ่งทรงสามารถพัฒนากรรมวิธีการทำฝนหลวงให้ก้าวหน้าขึ้นอีกระดับหนึ่ง คือ เป็นการปฏิบัติการฝนหลวงโดยการตัดแปรสภาพอากาศให้เกิดฝนโดยเทคโนโลยีฝนหลวงจากทั้งเมฆอุ่นและเมฆเย็นพร้อมกัน (เดิมเป็นกิจกรรมทำฝนจากเมฆอุ่นเพียงอย่างเดียว) ด้วยพระปรีชาสามารถ ทรงพัฒนาเทคนิคการโจมตีเมฆอุ่นและเมฆเย็นพร้อมกันในกลุ่มเมฆเดียวกัน ซึ่งโปรดเกล้าฯ ให้เรียกเทคนิคการโจมตีที่ทรงประดิษฐ์คิดค้น ขึ้นมาเป็นนวัตกรรมใหม่ล่าสุดว่า SUPER SANDWICH TECHNIC ทรงสรุปขั้นตอนกรรมวิธีโดยทรงประดิษฐ์ขึ้นเป็นแผนภาพการ์ตูนโดยคอมพิวเตอร์ด้วยพระองค์เอง พระราชทานให้ใช้เป็น ตำราฝนหลวง เพื่อให้เป็นแบบอย่างใช้ในการปฏิบัติการฝนหลวงให้เป็นไปในทางเดียวกัน แผนภาพนี้พระหัตถ์ดั่งกล่าวประมวลความรู้ทางวิชาการ เทคนิคและกระบวนการขั้นตอนกรรมวิธีในการปฏิบัติการฝนหลวงอย่างครบถ้วนทั้งเทคโนโลยีฝนหลวงไว้ในหนึ่งหน้ากระดาษได้อย่างสมบูรณ์ถ่ายทอดความเข้าใจและการถือปฏิบัติ

กระบวนการตัดแปรสภาพอากาศให้เกิดฝนโดยเทคโนโลยีฝนหลวงเป็นนวัตกรรมใหม่ล่าสุดที่ทรงประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมา

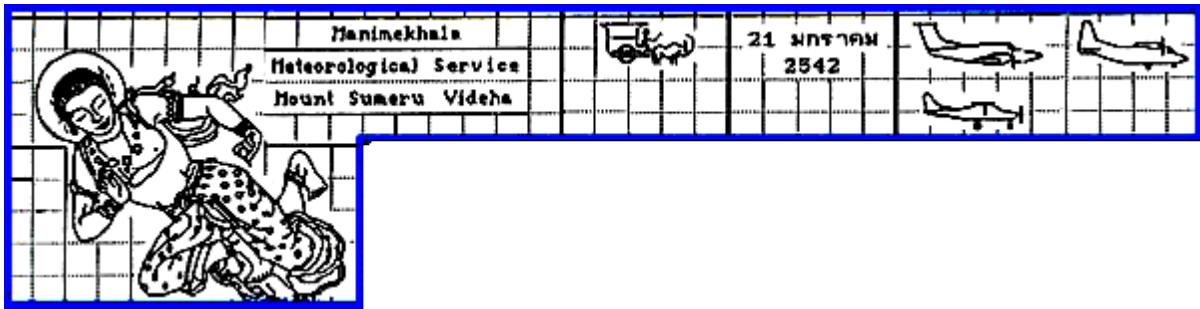
พระราชทานให้ใช้ปฏิบัติการในประเทศไทยเป็นประเทศแรก ยังไม่มีประเทศใดในโลกเคยปฏิบัติด้วยเทคโนโลยีนี้มาก่อนอย่างแน่นอน

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงประดิษฐ์ภาพ "ตำราฝนหลวง" ด้วยคอมพิวเตอร์ แสดงขั้นตอนและกรรมวิธีการตัดแปรสภาพอากาศ ให้เกิดฝนจากเมฆอุ่น และเมฆเย็น และพระราชทานแก่นักวิชาการฝนหลวง ถือปฏิบัติในแนวทางเดียวกัน เมื่อวันที่ 21 มีนาคม 2542

ตั้งแผนภาพ (การ์ตูน) ตำราฝนหลวงพระราชทาน



## ความหมายที่ขยายความจากแผนภาพตำราฝนหลวงพระราชทาน



### แถวบนสุดของตำราฝนหลวงพระราชทาน

#### ช่องที่ 1. “นางมณีเมฆขลา”

1. เป็นเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ของสำนักงานมณีเมฆขลา เป็นส่วนหนึ่งของสำนักงาน ฝน.
2. เป็นหัวหน้าสำนักงานอุตุนิยมวิทยา แห่งเขาไกรลาส หรือเขาพระสุเมรุ วิเศษะสันนิษฐานว่าอยู่ในทะเล

#### ช่องที่ 2. “พระอินทร์ทรงเกวียน”

1. พระอินทร์เป็นพระสีกะเทวราช เป็นราชาของเทวดา ที่ลงมาช่วยทำฝน

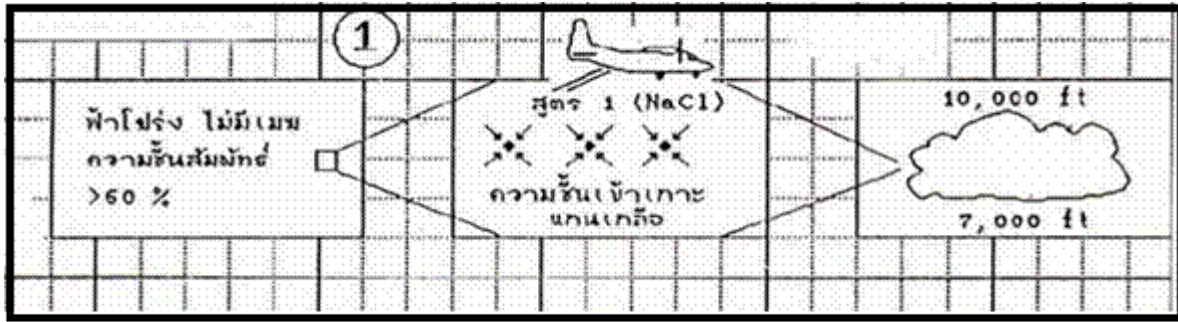
#### ช่องที่ 3. “21 มกราคม 2542”

- เป็นวันที่ทรงประทับบนเครื่องบินพระที่นั่ง เสด็จไปประกอบพระราชกรณียกิจที่จังหวัด เชียงใหม่ ระหว่างเส้นทางพระราชดำเนินกลับ ทรงสังเกตเห็นกลุ่มเมฆปกคลุมพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างที่น่าจะ ทำฝนได้ ทรงบันทึกภาพเมฆเหล่านั้นพระราชทานลงมา และมีพระราชกระแสรับสั่งให้ส่งคณะปฏิบัติการฝน หลวงพิเศษออกไปปฏิบัติการกู้ภัยแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และภาคเหนือตอนล่าง โดยเร่งด่วน

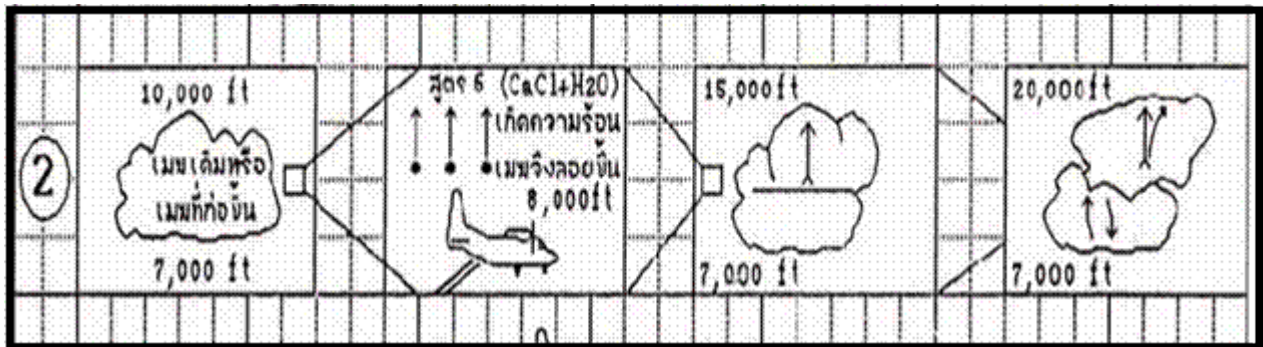
#### ช่องที่ 4. “เครื่องบิน 3 เครื่อง”

- เป็นตัวอย่างของเครื่องบินที่เหมาะสมกับการปฏิบัติการตามตำราฝนหลวงพระราชทานตาม ขั้นตอนที่ 1 – 6 ประกอบด้วย

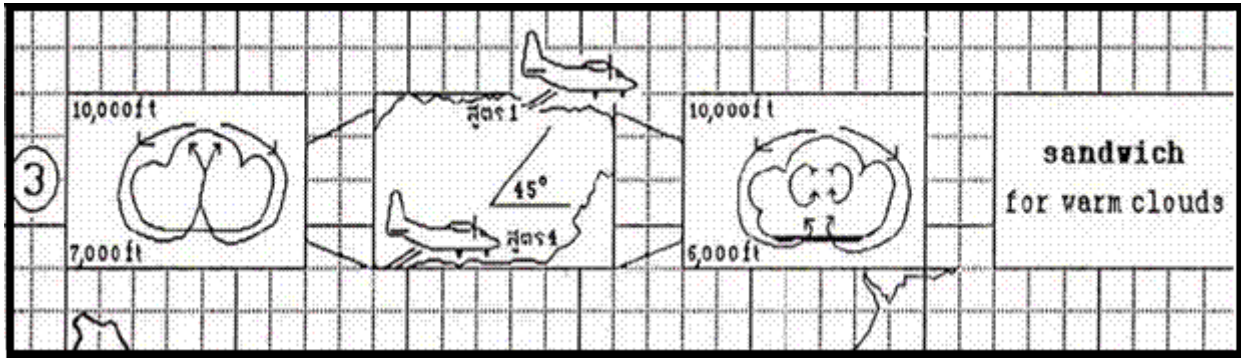
1. เครื่องบินเบ็ชเชียน (BEECHCRAFT KING AIR) (จำนวนที่เหมาะสม 1 เครื่อง)
2. เครื่องบินเมฆอูน (CASA) (จำนวนที่เหมาะสม 2 เครื่อง)
3. เครื่องบินเมฆอูน (CARAVAN) (จำนวนที่เหมาะสม 2 เครื่อง)



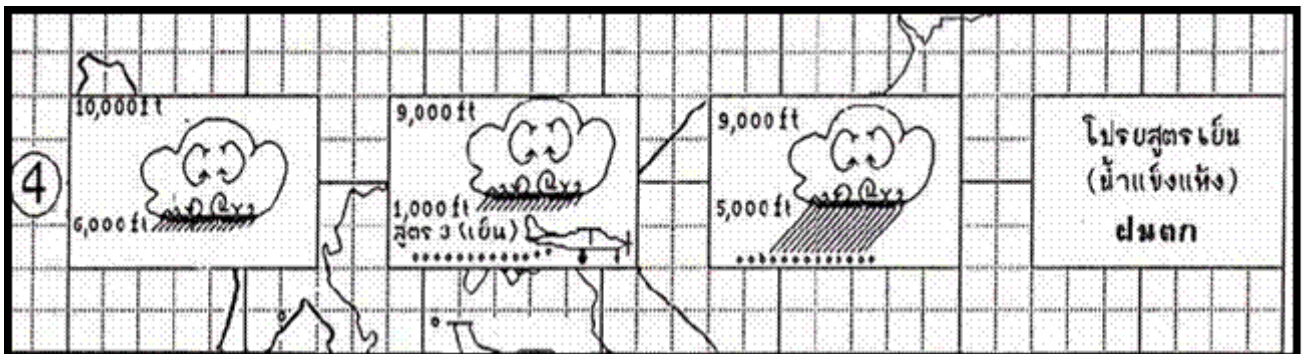
แถวที่ 1 ช่องที่ 1 - 3 เป็นขั้นตอนที่ 1 เป็นการเร่งให้เกิดเมฆโดยใช้เครื่องบินเมฆอุ่น 1 เครื่อง โพรยสารเคมีผงเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ระดับความสูง 7,000 ฟุต ในขณะที่ท้องฟ้าโปร่งหรือมีเมฆเดิมก่อตัวอยู่บ้าง ความชื้นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ให้เป็นแกนกลั่นตัว (Cloud Condensation Nuclei) เรียกว่า CCN ความชื้นหรือไอน้ำจะถูกดูดซับเข้าไปเกาะรอบแกนเกลือแล้วรวมตัวกันเกิดเป็นเมฆ ซึ่งเมฆเหล่านี้จะพัฒนาเจริญขึ้นเป็นเมฆก้อนใหญ่ อาจก่อยอดถึงระดับ 10,000 ฟุต ได้



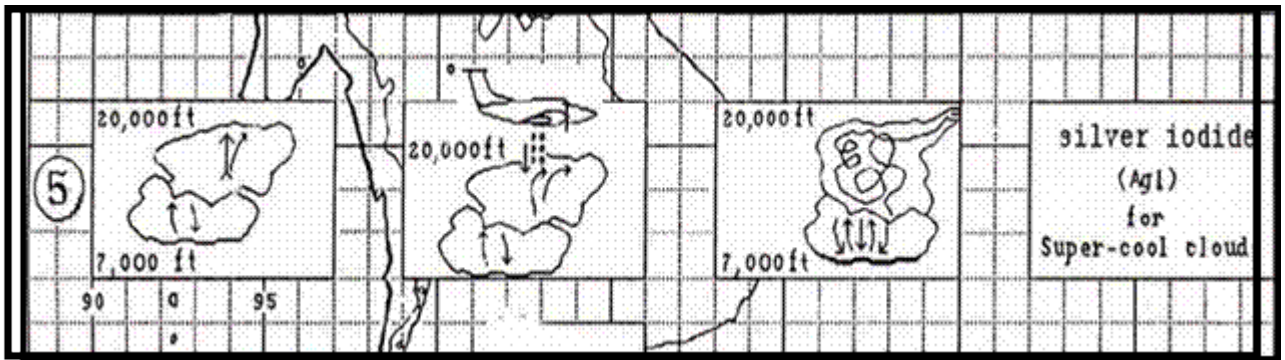
แถวที่ 2 ช่องที่ 1 - 4 เป็นขั้นตอนที่ 2 เป็นการเร่งการเจริญเติบโตของเมฆที่ก่อขึ้นหรือเมฆเดิมที่มีอยู่ตามธรรมชาติ และก่อยอดขึ้นถึงระดับ 10,000 ฟุต ฐานเมฆสูงไม่เกิน 7,000 ฟุต ใช้เครื่องบินแบบเมฆอุ่นอีกหนึ่งเครื่อง โพรยสารเคมีผงแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl<sub>2</sub>) เข้าไปในกลุ่มเมฆที่ระดับ 8,000 ฟุต (หรือสูงกว่าฐานเมฆ 1,000 ฟุต) ทำให้เกิดความร้อนอันเนื่องมาจากการคายความร้อนแฝง จากการกลั่นตัวรอบ CCN รวมกับความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาของไอน้ำกับสารเคมี CaCl<sub>2</sub> โดยตรง และพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ตามธรรมชาติ จะเร่งหรือเสริมแรงยกตัวของมวลอากาศภายในเมฆยกตัวขึ้น เร่งกิจกรรมการกลั่นตัวของไอน้ำและการรวมตัวกันของเม็ดน้ำภายในเมฆ ทวีความหนาแน่นจนขนาดของเมฆใหญ่และก่อยอดขึ้นถึงระดับ 15,000 ฟุต ได้เร็วกว่าที่จะปล่อยให้เจริญขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งยังเป็นส่วนของเมฆอุ่น จนถึงระดับนี้การยกตัวขึ้นและจมลงของ มวลอากาศ การกลั่นและการรวมตัวของเม็ดน้ำยังคงเป็นอย่างต่อเนื่องแบบปฏิกิริยาลูกโซ่ แต่บางครั้งอาจมีแรงยกตัวเหลือพอที่ยอดเมฆอาจพัฒนาขึ้นถึงระดับสูงกว่า 20,000 ฟุต ซึ่งเป็นส่วนของเมฆเย็น เริ่มตั้งแต่มุมประมาณ 18,000 ฟุตขึ้นไป (อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส)



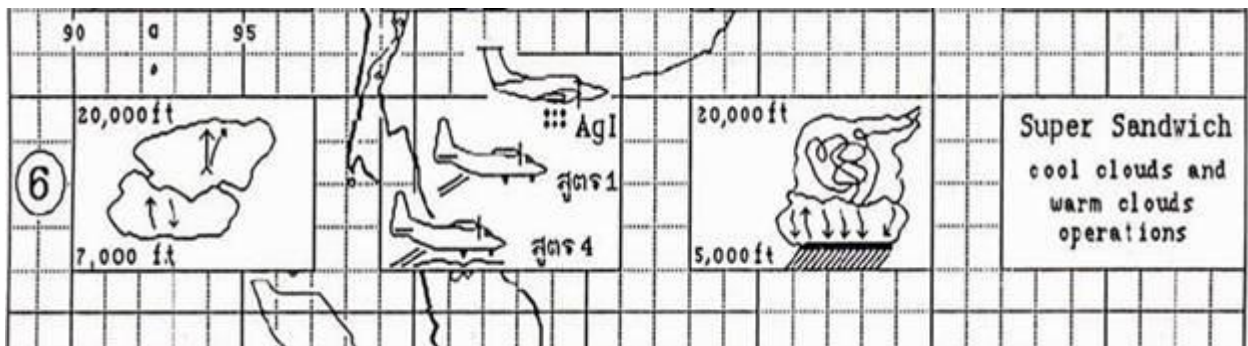
แถวที่ 3 ช่องที่ 1 - 4 เป็นขั้นตอนที่ 3 เป็นการเร่งหรือบังคับให้เกิดฝน เมื่อเมฆอุ่นเจริญเติบโตขึ้นจนเริ่มแก่ตัวจัด ฐานเมฆลดระดับต่ำลงประมาณ 1,000 ฟุต และเคลื่อนตัวใกล้เข้าสู่พื้นที่เป้าหมาย ทำการบังคับให้ฝนตกโดยใช้เทคนิคการโจมตีแบบ Sandwich โดยใช้เครื่องบินเมฆอุ่น 2 เครื่อง เครื่องหนึ่งโปรยผงโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ทับยอดเมฆ หรือไหล่เมฆที่ระดับไม่เกิน 10,000 ฟุต ทางด้านเหนือลม อีกเครื่องหนึ่งโปรยผง ยูเรีย (Urea) ที่ระดับฐานเมฆด้านใต้ลม ให้แนวโปรยทั้งสองทำมุมเอียงกัน 45 องศา เมฆจะทวีความหนาแน่นของเม็ดน้ำขนาดใหญ่และปริมาณมากขึ้น ล่วงหล่นลงสู่ฐานเมฆทำให้ฐานเมฆหนาแน่นจนใกล้ตกเป็นฝน หรือเริ่มตกเป็นฝนแต่ยังไม่ถึงพื้นดิน หรือตกถึงพื้นดินแต่ปริมาณยังเบาบาง



แถวที่ 4 ช่องที่ 1 - 3 เป็นขั้นตอนที่ 4 เป็นการเสริมการโจมตีเพื่อเพิ่มปริมาณฝนให้สูงขึ้น เมื่อกลุ่มเมฆฝนตามขั้นตอนที่ 3 ยังไม่เคลื่อนตัวเข้าสู่เป้าหมาย ทำการเสริมการโจมตีเมฆอุ่นด้วยสารเคมีสูตรเย็นจัด คือ น้ำแข็งแห้ง (Dry Ice) ซึ่งมีอุณหภูมิที่ระดับ -78 องศาเซลเซียส ที่ได้ฐานเมฆ 1,000 ฟุต จะทำให้อุณหภูมิของมวลอากาศได้ฐานเมฆลดต่ำลง และความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นจะทำให้ฐานเมฆยิ่งลดระดับต่ำลง ปริมาณ ฝนตก หนาแน่นยิ่งขึ้น และชักนำให้กลุ่มฝนเคลื่อนตัวเข้าสู่พื้นที่เป้าหมายหวังผลได้แน่นอนและเร็วขึ้น

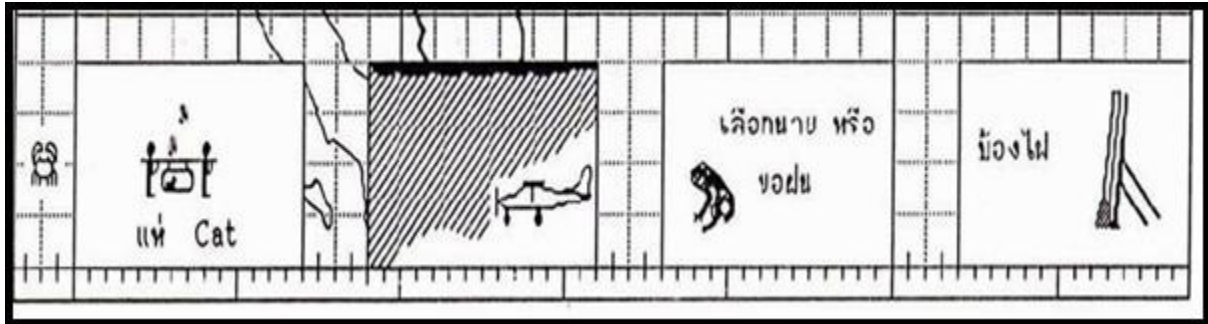


แถวที่ 5 ช่องที่ 1 - 3 เป็นขั้นตอนที่ 5 เป็นการโจมตีเมฆเย็นด้วย AgI ขณะที่เมฆพัฒนายอดสูงขึ้นในขั้นตอนที่ 2 ถึงระดับเมฆเย็น และมีแค่เครื่องบินเมฆเย็นเพียงเครื่องเดียว ทำการโจมตีเมฆเย็นโดยการยิงพลุสารเคมีซิลเวอร์ไอโอไดด์ (Agl) ที่ระดับความสูงประมาณ 21,500 ฟุต ซึ่งมีอุณหภูมิระดับ -8 ถึง -12 องศาเซลเซียส มีกระแสลมลอยอากาศลอยขึ้นกว่า 1,000 ฟุตต่อนาที และมีปริมาณน้ำเย็นจัดไม่ต่ำกว่า 1 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นเงื่อนไขเหมาะสม ที่จะทำให้อไอน้ำระเหยจากเม็ดน้ำเย็นยิ่งยวด (Super cooled vapour) มาเกาะตัวรอบแกน AgI กลายเป็นผลึกน้ำแข็งได้ด้วยประสิทธิภาพที่ดีที่สุด ไออน้ำที่แปรสภาพเป็นผลึกน้ำแข็งจะทวีขนาดใหญ่ขึ้นจนร่วงหล่นลงมา และละลายเป็นเม็ดฝนเมื่อเข้าสู่ระดับเมฆอุ่น และจะทำให้ไออน้ำและเม็ดน้ำในเมฆอุ่นเข้ามาเกาะรวมตัวกันเป็นเม็ดใหญ่ขึ้น ทะลุลูกฐานเมฆเป็นฝนตกลงสู่พื้นดิน



แถวที่ 6 ช่องที่ 1 - 3 เป็นขั้นตอนที่ 6 เป็นการโจมตีแบบ SUPER SANDWICH จะทำได้ต่อเมื่อมีเครื่องบินปฏิบัติการทั้งเมฆอุ่นและเมฆเย็นใช้ปฏิบัติการได้ครบถ้วน ขณะที่ทำการโจมตีเมฆอุ่นตามขั้นตอนที่ 3 และ 4 ทำการโจมตีเมฆเย็นตามขั้นตอนที่ 5 ควบคู่กันไปในขณะเดียวกัน จะทำให้ฝนตกหนักและต่อเนื่องนานและปริมาณน้ำฝนสูงยิ่งขึ้น เนื่องจากการประสานประสิทธิภาพของการโจมตีเมฆอุ่นในขั้นตอนที่ 3 และ 4 และโจมตีเมฆเย็นในขั้นตอนที่ 5 ควบคู่กันไปในขณะเดียวกัน เทคนิคการโจมตีนี้โปรดเกล้าฯ ให้เรียกว่า SUPER SANDWICH





แถวล่างสุด ของตำราฝนหลวงพระราชทาน

### ช่องที่ 1. “แห่นางแมว” (CAT PROCESSION)

- เป็นการรวมพลหรือประชาสัมพันธ์ (บำรุงขวัญ)
- แมวเกลียดน้ำ (The cat hates water)
- เป็นพิธีกรรมขอฝนที่สืบทอดกันมาแต่โบราณกาล
- เป็นพิธีกรรมด้านจิตวิทยาเมื่อฝนแล้งเกิดความเดือดร้อน ปั่นป่วนวุ่นวายจึงต้องมีจิตวิทยาบำรุงขวัญให้ประชาชน และเจ้าหน้าที่มีกำลังใจ

### ช่องที่ 2. “เครื่องบินทำฝน”

- เครื่องบินปฏิบัติการ (เป็นพาหนะในการประยุกต์เทคโนโลยีฝนหลวง)
- เครื่องบินต้องกล้าบินเข้าเมฆฝน สำรวจและติดตามผล
- นักบินและนักวิชาการฝนหลวงต้องร่วมมือกัน (The pilot and the rainmakers must cooperate)

### ช่องที่ 3. “กบ”

- เลือกนาย หรือขอฝน และเรียกฝน กบร้องแทนอุตุนิยม
- ถ้าไม่มีความชื้นกบเดือดร้อนและกบเตือนให้มีความพยายาม มิฉะนั้นกบตาย ไม่มีฝนเกษตรกรตาย
- ท่านต้องจูบกบหลายตัว ก่อนที่จะพบเจ้าชายเพียงหนึ่งองค์ (You have kiss to a lot of frogs before you meet a prince)  
หมายความว่า ต้องมีความพยายามทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เกิดฝนได้สักครั้ง

### ช่องที่ 4. “บ้องไฟ”

- แทนเครื่องบิน (ทำหน้าที่เสมือนเครื่องบินที่เป็นพาหนะนำเทคโนโลยีฝนหลวงขึ้นไปประยุกต์ในท้องฟ้า)
- เป็นประเพณีเรียกฝน ไม่ใช่ของเล่น แต่เป็นของจริง ทำฝนด้วยการยิงบ้องไฟ บ้องไฟขึ้นสูง

ปล่อยควัน เป็นแกนให้ความชื้น

เข้ามาเกาะรอบแกนควัน ทำให้เกิดเมฆเกิดฝน บ้างไฟจึงเป็นพิธีการอย่างหนึ่งเป็นวิทยาศาสตร์

แหล่งอ้างอิงข้อมูล จาก “กรมฝนหลวงและการบินเกษตร” สืบค้นผ่านเว็บไซต์

<http://www.royalrain.go.th/royalrain/m/royalraintechnology>

## การทำฝนจากเมฆอ่อน

### พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงสรุปขั้นตอนกรรมวิธีการทำฝนจากเมฆอ่อน

จากการที่ทรงติดตามผลการทดลอง ควบคู่กับปฏิบัติการ และทรงวิเคราะห์วิจัย จากรายงานผลการปฏิบัติการประจำวัน และรายงานของคณะปฏิบัติการ ที่ทรงบัญชาการด้วยพระองค์ ประกอบกับที่ทรงสังเกต สภาพกาลอากาศ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในท้องฟ้าทั้งในช่วงที่มีปฏิบัติการทดลอง และไม่ปฏิบัติการอย่างใกล้ชิด รวมทั้งสนพระทัยศึกษาจากเอกสารวิชาการ จึงทรงสามารถพัฒนากรรมวิธี การทำฝนจากเมฆอ่อน อย่างก้าวหน้ามาตามลำดับจนทรงมีพระทัย จึงทรงสรุป ขั้นตอนกรรมวิธีในปี 2516 แล้วพระราชทานให้ใช้เป็นหลักในการปฏิบัติการสืบเนื่องมาจนถึง พ.ศ. 2542 ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ

**ขั้นตอนที่ 1** ก่อทวน เป็นการตัดแปรสภาพอากาศขณะนั้นเพื่อเร่งหรือเสริมการเกิดและก่อรวมตัวของเมฆด้วยการก่อทวนสมดุล (Equilibrium) หรือเสถียรภาพ (Stability) ของมวลอากาศเป็นแห่ง ๆ โดยการโปรยสารเคมีประเภทดูดความชื้นแล้วทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น (Exothermic chemicals) ในท้องฟ้าที่ระดับใกล้เคียงกับระดับกลับตัวเนื่องจากการไหลพาความร้อนในแนวตั้ง (Convective condensation level) ซึ่งเป็นระดับฐานเมฆของแต่ละวัน และโปรยสารเคมีประเภทที่เมื่อดูดซับความชื้นแล้วทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง (Endothermic chemicals) ที่ระดับสูงกว่าระดับฐานเมฆ 2,000-3,000 ฟุต ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เกิดเมฆเร็วขึ้น และปริมาณมากกว่าที่เกิดตามธรรมชาติ โดยเริ่มก่อทวนในช่วงเวลาเช้าทางด้านเหนือลมของพื้นที่เป้าหมายหวังผลที่วางแผนกำหนดไว้ในแต่ละวัน

**ขั้นตอนที่ 2** เลี้ยงให้อ้วน เป็นการตัดแปรสภาพอากาศและเมฆขณะนั้น เพื่อเร่งหรือเสริมการเจริญก่อตัวของเมฆให้ขนาดใหญ่และหนาแน่นยิ่งขึ้นด้วย การกระตุ้นหรือเร่งการเจริญเติบโตของก้อนเมฆที่ก่อตัวแล้วให้มีขนาดใหญ่ขึ้นทั้งฐานเมฆและยอดเมฆขนาดหยดน้ำใหญ่ขึ้นและปริมาณน้ำในก้อนเมฆมากขึ้น จนหนาแน่นเร็วกว่าที่จะปล่อยให้เจริญเองตามธรรมชาติ ด้วยการโปรยสารเคมีประเภทที่เมื่อดูดซับความชื้นแล้วทำให้อุณหภูมิลดต่ำลงที่ระดับฐานเมฆหรือที่ยอดเมฆ หรือระหว่างฐานและยอดเมฆโดยบินโปรยสารเคมีเข้าสู่ก้อนเมฆโดยตรง หรือโปรยรอบ ๆ และระหว่างช่องว่างของก้อนเมฆทางด้านเหนือลมให้กระแสลมพัดพาสารเคมีเข้าสู่ก้อนเมฆ หรือโปรยสารเคมีสูตรร้อนสลับสูตรเย็นในอัตราส่วน 1:4 ที่ยอดเมฆทั่วบริเวณที่เกิดสภาพเมฆที่มีความหนา 2,000-3,000 ฟุต ปกคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง หรือที่บริเวณพื้นที่ได้ลมของบริเวณที่เริ่มต้นก่อทวน ทั้งนี้สุดแล้วแต่สภาพของเครื่องบิน ภูมิอากาศ และอากาศขณะนั้นจะอำนวยให้

**ขั้นตอนที่ 3** โจมตี เป็นการตัดแปรสภาพอากาศในก้อนเมฆที่รวมตัวหนาแน่นแล้วโดยตรง หรือบริเวณใต้ฐานเมฆ หรือบริเวณที่ต้องการชักนำเมฆฝนที่ตกอยู่แล้วเคลื่อนเข้าสู่เป็นการบังคับหรือเหนี่ยวนำให้เมฆที่แก่ตัวจัดแล้วตกเป็นฝนลงสู่พื้นที่เป้าหมายหวังผลที่วางแผนกำหนดไว้ โดยบินโปรยสารเคมีประเภทที่ทำให้ให้อุณหภูมิลดต่ำลงเข้าไปในเมฆโดยตรงที่ฐานเมฆ หรือยอดเมฆ หรือที่ระดับระหว่างฐานเมฆและยอดเมฆชิดขอบเมฆทางด้านเหนือลม หรือใช้เครื่องบิน 2 เครื่อง โปรยพร้อมกันแบบแซนด์วิช(Sandwich)

แหล่งอ้างอิงข้อมูล จาก “กรรมฝนหลวงและการบินเกษตร” สืบค้นผ่านเว็บไซต์

<http://www.royalrain.go.th/royalrain/p/warmcloudrainmaking>

## สารฝนหลวง

### สารฝนหลวงในการปฏิบัติการทำฝนในประเทศไทย

สารฝนหลวงที่ใช้ทำฝนหลวงในปัจจุบัน มีทั้งสิ้น 7 ชนิด บางชนิดมีคุณสมบัติดูดซับความชื้นได้ดี (hygroscopic substances) บางชนิดมีคุณสมบัติเป็นแกนกลั่นตัว(CCN)ของความชื้นในบรรยากาศ บางชนิดสามารถคายความร้อนออกมาเพื่อกระตุ้น หรือ เสริมการก่อตัวและ เจริญเติบโตของเมฆ บางชนิดสามารถดูดดึงความร้อนทำให้อุณหภูมิของอากาศหรือเมฆเย็นตัวลง เร่งการกลั่นตัวของไอน้ำและเสริมความหนาแน่น ของเมฆจนเกิดเป็นฝน การเลือกใช้สารฝนหลวงแต่ละชนิด จึงพิจารณาคุณสมบัติที่กล่าวข้างต้นกับสภาวะของเมฆหรือบรรยากาศในแต่ละวันเป็นสำคัญ สารฝนหลวงที่ใช้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ สารฝนหลวงสูตรร้อน

### สารฝนหลวงในการปฏิบัติการทำฝนในประเทศไทย

สารฝนหลวงสูตรร้อนมีคุณสมบัติเมื่อดูดซับความชื้นในอากาศ หรือทำปฏิกิริยากับน้ำทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น ใช้ในสภาพผึ่งผาย สารฝนหลวงสูตรร้อนที่ ใช้ในปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ

1. สูตร6 แคลเซียมคลอไรด์(Calcium Chloride)
2. สูตร8 แคลเซียมออกไซด์(Calcium Oxide)

### สารฝนหลวงสูตรเย็น

สารฝนหลวงสูตรเย็นมีคุณสมบัติเมื่อดูดซับความชื้นในอากาศ หรือทำปฏิกิริยากับน้ำ ทำให้อุณหภูมิลดลงหรือเย็นลง สารฝนหลวงสูตรเย็นที่ ใช้ในปัจจุบันมี 3 ชนิด คือ

1. สูตร4 ยูเรีย (Urea)
2. สูตร19 แอมโมเนียมไนเตรท (Ammonium Nitrate)
3. สูตร 3 น้ำแข็งแห้ง (Dry Ice)

### สารฝนหลวงสูตรสร้างแกนกลั่นตัวของอากาศ

สารฝนหลวงสูตรสร้างแกนกลั่นตัวของอากาศ มีคุณสมบัติเป็นแกนดูดซับความชื้นให้เข้ามาเกาะและกลั่นตัว กลายเป็นเม็ดน้ำจำนวนมาก สารฝนหลวงสูตรสร้างแกนกลั่นตัวที่ ใช้ในปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ

1. สูตร1 เกลือปิ้ง (Sodium Chloride)
2. สารฝนหลวง สูตรฝนหลวง ท1

แหล่งอ้างอิงข้อมูล จาก “กรมฝนหลวงและการบินเกษตร” สืบค้นผ่านเว็บไซต์

<http://www.royalrain.go.th/royalrain/p/seedingmaterials>